

VŠB-Technická univerzita Ostrava
Fakulta stavební
Katedra stavebních hmot a diagnostiky staveb

Vlastnosti betonu s použitím strusek z výroby oceli

Properties of concrete using slag from steel production

Student:

Bc. Michaela Džopková

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Jiří Šafrata

Ostrava 2015

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta stavební
Katedra stavebních hmot a diagnostiky staveb

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Michaela Džopková**

Studijní program: N3607 Stavební inženýrství

Studijní obor: 3607T021 Stavební hmoty a diagnostika staveb

Téma: **Vlastnosti betonu s použitím strusek z výroby oceli**
Properties of concrete using slag from steel production

Zásady pro vypracování:

1. Popište proces výroby oceli a princip vzniku ocelářenských strusek. Uveďte jejich obvyklé vlastnosti a možnosti využití ve stavebnictví.
 2. Uveďte možnosti uplatnění těchto surovin pro výrobu betonu a případná rizika jejich použití z krátkodobého a dlouhodobého hlediska.
 3. Navrhněte vzorové složení betonu C 25/30 X0 S3 s uplatněním vysoké dávky zvolené strusky. Vytvořte navržený a referenční beton a zjistěte jeho vlastnosti v čerstvém stavu i ve ztuhlém stavu do 28 dnů zrání. Zaměřte se především na vývoj pevnosti, objemových změn a odolnosti proti agresivním vlivům.
 4. U vzorků po vyzrání simulujte urychlené stárnutí a porovnejte výsledky s referenčním betonem.
 5. Dosažené výsledky zhodnoťte a využijte vhodných prostředků pro jejich přehledné vyjádření. Uveďte doporučení, která je možno z dosažených výsledků navrhnout.
-
1. Describe the steel making proces and the principle of the steelworks slags creation. Mention their usual characteristics and possibilities of using them in the building industry.
 2. Identify the possibilities of usage of these materials for the concrete production and possible risk of their usage in the short and long term
 3. Design sample composition of the concrete C 25/30 X0 S3 with the application of high doses of the selected slag. Make the designed and the reference concrete and find out its properties of the fresh state changes in the volume and resistance against aggressive environment.
 4. Simulate accelerated aging with the samples after ripening and compare the result with the reference concrete.
 5. Evaluate the achieved results and use the appropriate ways to express them clearly. Mention the recommendation that can be possible to suggest from the achieved results.

Seznam doporučené odborné literatury:

- Pytlík, P.: Technologie betonu, 2. vyd. BRNO: VUTIUM, 2000. 390 stran. ISBN 80-214-1647-52000
- Václavík V. EFFECTIVE UTILIZATION OF STEEL-MAKING SLAG IN BUILDING INDUSTRY, VŠB-Technical University of Ostrava, Faculty of Mining and Geology, konference Acta Metallurgica Slovaca, 2008
- Branštetř, J. Využití ocelářenských a vysokopecních strusek v silničním a dálničním stavitelství. 1 konference s mezinárodní účastí, Třinec, 9.-10. 2. 1995.
- Rovnaníková, P., Rovnaník, P. Stavební chemie 1.vyd. Brno: 2005, 48 s. ISBN 80-7204-409-9
- Brandštetř, J. Struskoalkalické betony. Stavivo, roč. 62, č.3, 1984, s. 110-114.

Diplomová práce

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jiří Šafrata**

Datum zadání: 28.02.2015

Datum odevzdání: 30.11.2015



Ing. Libor Židek
vedoucí katedry



prof. Ing. Radim Čajka, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne 30.11.2015

.....
Bc. Michaela Džopková

Prohlašuji:

- byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на вѣдомі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на вѣдомі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne 30.11.2015

Anotace

DŽOPKOVÁ, M. *Vlastnosti betonu s použitím strusek z výroby oceli*. Diplomová práce. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební, 2015. 87 s.

Problematika využívání a zpracování druhotných surovin a odpadu je aktuální napříč spektrem všemi oblastmi lidské činnosti. Výrazný podíl veškerým vyprodukovaných odpadů tvoří odpadní suroviny z průmyslové výroby a především z hutnictví.

Tato práce se věnuje popisu metalurgického procesu se zaměřením na ocelářenskou strusku jako vedlejšího produktu, analyzuje její chemické a fyzikálně-mechanické vlastnosti a shrnuje její současné využití ve stavebním průmyslu.

Experimentální část srovnává a hodnotí výsledky laboratorních zkoušek vzorků betonů, z nichž dvě testovací sady tvoří beton se struskou z různých výrobních závodů a třetí sada je referenční beton s běžně používaným kamenivem. Z výsledků těchto zkoušek vyplývá, že betony s ocelářenskou struskou vykazují nižší fyzikální vlastnosti téměř ve všech sledovaných parametrech.

Klíčová slova

Hutnictví, ocel, výroba oceli, odpad z výroby oceli, ocelářská struska, druhotný materiál, referenční beton, vlastnosti betonu, objemové změny

Annotation

DŽOPKOVÁ, M. *Properties of concrete using slag from steel production*. Thesis. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Civil Engineering, 2015. 87 pages

The issue of the use and recycling of secondary materials and waste is actual across the spectrum of all areas of human activity. A significant proportion of all waste generated consists of waste materials from industrial production and especially of metalurgy.

This thesis is description of the metallurgical process, focusing on steel slag as a by-product, analyze its chemical and physico-mechanical properties and summarize its current use in the construction industry.

The experimental part compares and evaluates the results of laboratory tests of samples of concrete, two of test kit consists of concrete with slag from different factories and the third set is a reference to the commonly used concrete aggregate. The results of these tests indicate that concrete with steel slag exhibit inferior physical properties in almost all parameters.

Keywords

Metallurgy, steel, steel production, waste from steel production, steel slag, secondary material, reference concrete, concrete properties, volume changes

Obsah diplomové práce

Seznam použitých zkratk a symbolů	6
1. ÚVOD	7
2. Proces výroby oceli a ocelářských strusek	8
2.1 Vysoké pece.....	9
2.2 Ocelárny.....	13
3. Vlastnosti ocelářských strusek a možnosti jejich využití ve stavebnictví.....	17
3.1 Ocelářské strusky a jejich vlastnosti.....	17
3.2 Využití strusek ve stavebnictví.....	25
4. Ocelářské strusky jako plnivo do betonu.....	27
4.1 Popis materiálu jako plniva pro výrobu zkušebních těles z betonu.....	27
4.2 Charakteristika čerstvých betonů pro zkoušení vlastností struskobetonu	30
5. Zkoušení vlastností vyrobených vzorků v laboratorních podmínkách.....	32
5.1 Metodika zkoušených vlastností.....	32
5.2 Zhodnocení výsledků laboratorních zkoušek	46
6. Závěr.....	56
Seznam použité literatury	57
Seznam obrázků	59
Seznam tabulek	60
Seznam grafů.....	61
Seznam příloh.....	62

Seznam použitých zkratk a symbolů

A	obsah	[mm ²]
C ₂ S	Dikaliciumsilikát	
C ₃ S	Trikalciumsilikát	
CEM	cement	
D	objemová hmotnost čerstvého betonu	[kg/m ³]
D _{max}	maximální horní mez kameniva	
EOP	elektrická oblouková pec	
F	zatížení	[N]
f _c	pevnost v tlaku	[MPa]
LD	Linz-Donawitz	
m	hmotnost	[kg]
M _z	modul zásaditosti	[-]
OC	ocelářenská (struska)	
RF	referenční beton	
S-AM	beton s ocelářenskou struskou z ArcelorMittalu	
S-TZ	beton s ocelářenskou struskou z Třineckých železáren	
V	objem	[m ³]
VUT	Vysoké učení technické	
ε _{s,n}	poměrné přetvoření	[mm/m]
ρ	objemová hmotnost kameniva	[kg/m ³]

1. ÚVOD

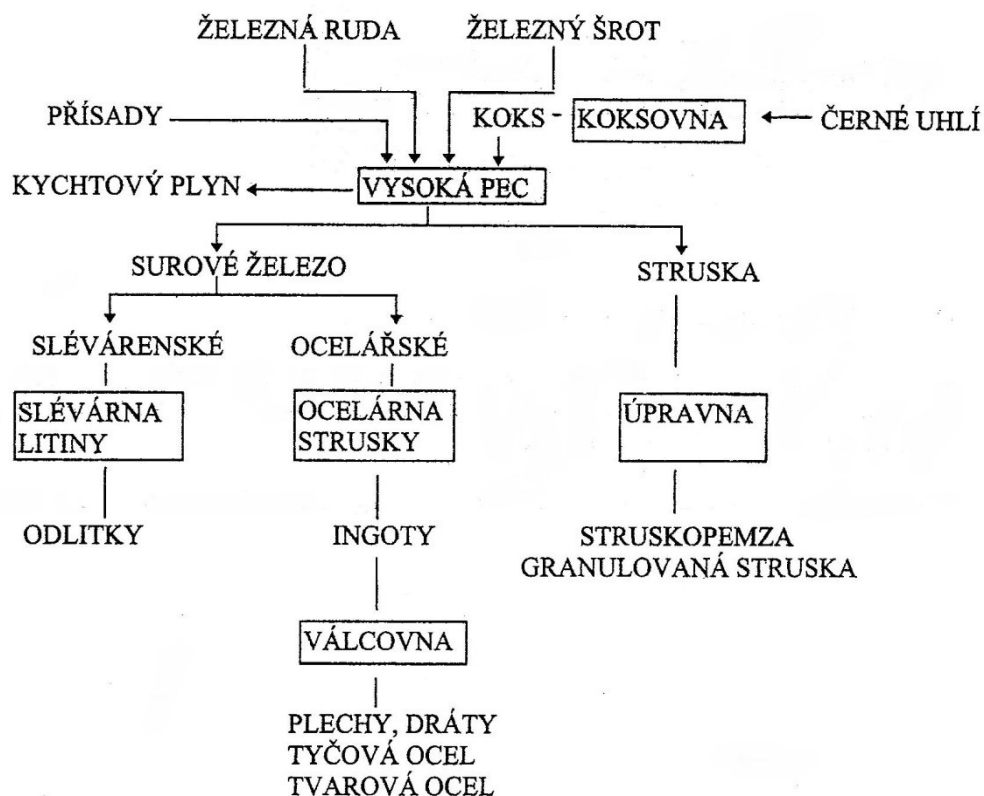
Ačkoliv je ocel důležitou součástí našich životů a v mnoha ohledech nám také život usnadňuje, málokdo z nás si uvědomuje i její stinnou stránku a tou je produkce velkého množství odpadů během její výroby. Jedná se o nežádoucí a mnohdy také škodlivé či toxické produkty, které mohou být ve formě plynné např. oxid uhelnatý nebo oxidy síry, kapalné (znečištěná voda po čištění plynů nebo využitá k různým technologickým procesům) a také ve formě pevné. Tuhé odpady, mezi které patří především strusky, odprašky a kaly, jsou největším problémem. [5]

Z hlediska vyprodukovaného množství je na tom nejhůře struska. Bez strusky nelze ocel vyrobit, protože na sebe váže množství látek, které by bez její přítomnosti zůstaly v kovu, a podstatně by snížili jeho kvalitu. Pro některé strusky především z výroby surového železa se již našel způsob využití a celá jejich produkce je zužitkována. Jiné strusky se zatím stále musí ukládat na skládky a na své uplatnění teprve čekají. [8]

2. Proces výroby oceli a ocelářských strusek

Ocel je jedním z nejdůležitějších materiálů ve stavebnictví a patří mezi základní konstrukční prvky. Je kladen neustálý důraz na zvyšování její kvality a také snižování nákladů spojených s výrobou. Výrobní proces (obr. 1) je energeticky velmi náročný a nese sebou řadu problémů v podobě produkce velkého množství odpadů, především strusek. [8]

Pro pochopení charakteristických vlastností ocelářské strusky a následně hodnocení jejího chování jako součásti betonové konstrukce je důležité pochopit princip jejího vzniku, ovlivňující činitele a další aspekty, které ovlivňují její výsledné vlastnosti. Specifické chemické složení způsobené různým způsobem výroby, použití odlišných vstupních surovin nebo odlišnou teplotou v agregátech se posléze výrazně odráží v možnostech použití tohoto materiálu.



Obr. 1 Schéma hutnické výroby (převzato z [1])

2.1 Vysoké pece

Výrobu oceli rozdělujeme na dvě části, které na sebe většinou přímo navazují, a to je výroba surového železa ve vysokých pecích a výroba oceli ze surového železa. [3]

Primární suroviny pro výrobu surového železa

Nejdůležitější složkou vsázky do vysoké pece jsou železné rudy. K tomuto účelu se nejčastěji používá magnetit (Fe_3O_4), hematit (Fe_2O_3), limonit ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$) nebo siderit (FeCO_3). Pro zvýšení množství manganu se mohou přidávat také rudy manganové. Ke zvýšení efektivity výroby a snížení spotřeby koksu se v posledních letech začaly rudy upravovat do podoby sbalků nebo pelet. Dalším zdrojem bohatým na železo jsou různé odpady z válcoven, kováren nebo železný šrot. Železo se z těchto materiálů získává redukcí hutnickým koksem za vysokých teplot, který zároveň slouží jako palivo. Je-li zajištěna jeho vhodná granulometrická skladba, napomáhá koks také potřebnému proudění plynu vysokou pecí. Ke spalování koksu je potřeba velkého množství kyslíku, který se do pece přivádí tzv. dmýcháním vzduchu. Struskotvorné přísady jsou v závazce důležité z hlediska odvedení nežádoucích prvků a hlušiny mimo vznikající železo a z těchto materiálů se posléze vytváří vysokopecní struska. Vzhledem převládajícímu kyselému charakteru hlušiny rud se nejčastěji uplatňují zásadité přísady jako je vápenec (CaCO_3) viz obrázek č. 2 nebo dolomitický vápenec ($\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$). [1], [3]

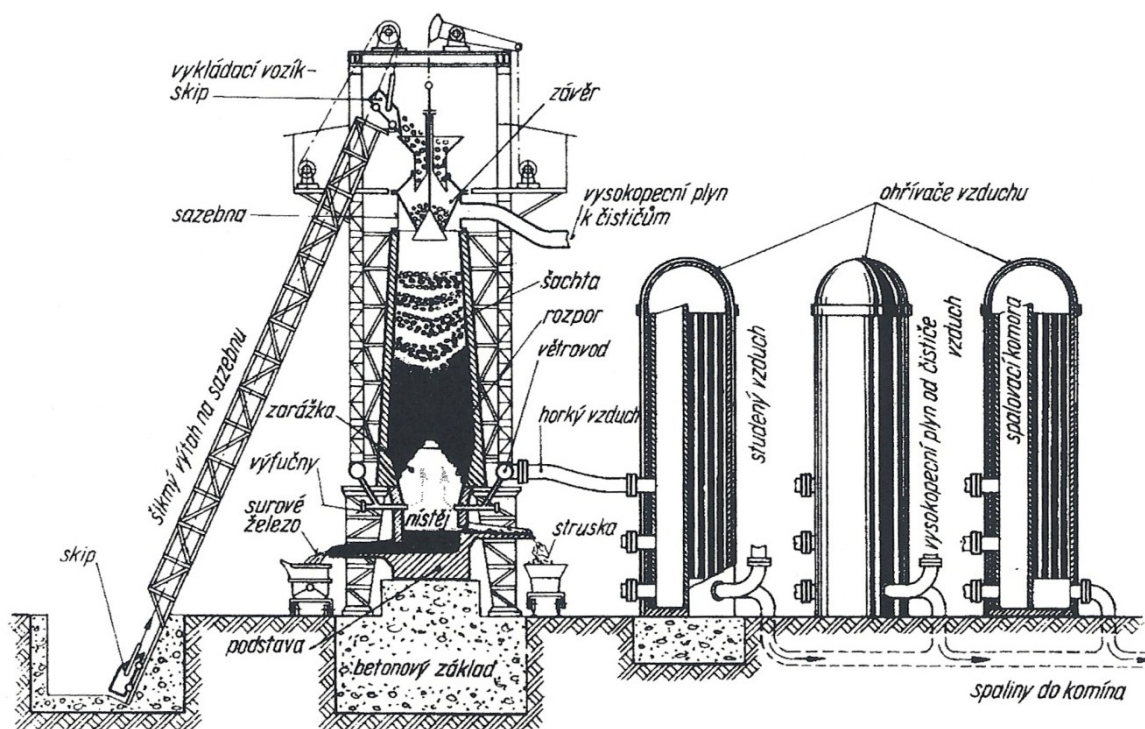


Obr. 2 Vápenec (převzato z [11])

Výroba surového železa

Zjednodušený princip výroby surového železa spočívá v reakci železných rud s koksem a struskotvornými přísadami za vzniku surového železa, strusky a vysokopecních plynů. Jednoduché schéma vysoké pece a jejich jednotlivých částí je vyobrazeno na obrázku 3.

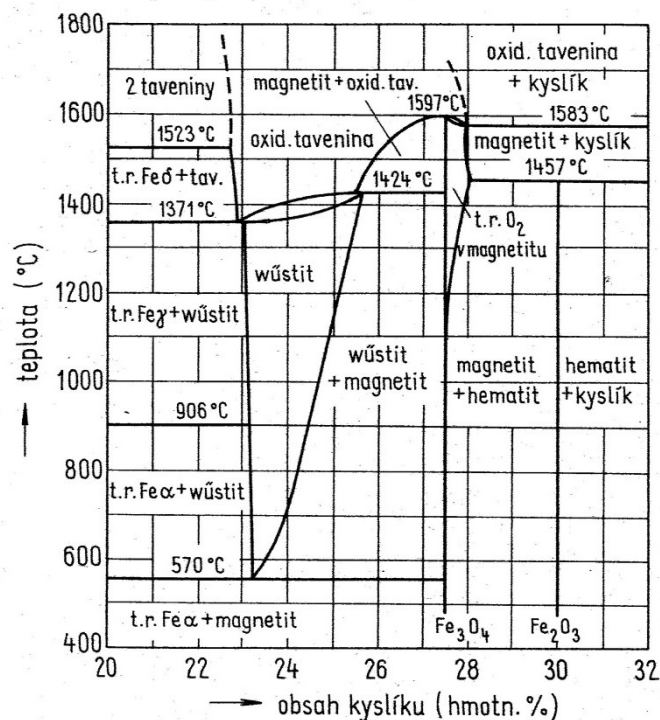
Zavážka nebo také vsázka vysoké pece, která se střídavě skládá z kovonosných rud, hutnického koksu a struskotvorných přísad, se dopravuje do sazebny, odkud se vsazuje do pece. Horní část pece tzv. šachta je mírně rozšířená, jelikož zde vsázka nabývá na objemu. Postupně prochází pecí směrem dolů a během této cesty probíhá nepřímá a poté přímá redukce rudy až k vytvoření konečných produktů. Doba, za kterou takto projde zavážka, je přibližně 8 až 12 hodin a je označována jako průtavní doba. Vzduch vháněný do pecí je ohříván na teplotu 800°C a jeho spotřeba je až 2000 m^3 za minutu. [1] [3]



Obr. 3 Schéma vysoké pece (převzato z [13])

Redukce oxidů železa

Jedná se o nejvýznamnější fyzikálně-chemické pochody ve vysoké peci. Jako redukční činidla zde působí oxid uhelnatý, uhlík obsažený v koksu, ale také vodík, který se do pece přivádí dmýchaním. Tyto reakce začínají probíhat za nižších teplot přibližně v rozmezí od 300°C do 1000°C , tedy již v sazebně. Chemicky vázaná voda se uvolňuje při 700°C . Oxid uhelnatý reaguje s oxidy železa a jejich postupným odebráním kyslíku vzniká oxid uhličitý a vodní pára. Aby nedocházelo ke zpětným reakcím (oxidaci) je nepřetržitě zajištěn odvod plyných zplodin. Tímto způsobem je zajištěno, že stupeň redukce železa a jeho oxidů je vyšší než 99,5 %. Jen velmi nepatrná část železa přechází do strusky jako FeO . Železo vytváří s kyslíkem tři oxidy (viz obr. 4). [1] [3]



Obr. 70. Fázový diagram železo–kyslík (výřez)

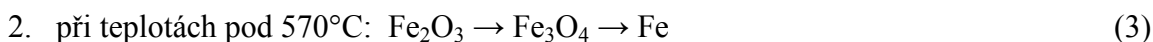
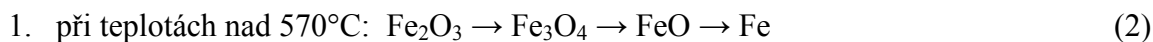
Obr. 4 Fázový diagram železo – kyslík (výřez) (převzato z [3])

Wüstit, jehož zjednodušené označení je FeO , je stálý pouze při teplotách nad 570°C . Při nižších teplotách se rozkládá na magnetit a železo. [3]



Magnetit Fe_3O_4 má podobnou mřížku jako wüstit, což usnadňuje jejich vzájemnou přeměnu. Třetí oxid se nachází ve dvou modifikacích - Hematit $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ a $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$.

Redukce železa z jeho oxidů probíhá postupně od vyšších oxidů k nižším podle dvou schémat: [3]



Redukcí nepřímou rozumíme redukci oxidů kovů s oxidem uhelnatým. Přímá redukce je reakce s uhlíkem a uvažujeme o ní až při vyšších teplotách. Redukované tavené železo tento uhlík přijímá a vzniká surové železo. Klesá to tavicí části, kde se již nachází struska, která přímou redukci podporuje. [1] [3]



Vysokopecní struska

Struska vzniká z oxidů, které se nezredukovaly na kov a z některých dalších částí vsázky. Jedná se především o CaO , MgO , a Al_2O_3 , které se neredukují vůbec, dále SiO_2 , které se redukuje jen z malé části. V minimálním množství jsou zde zastoupeny také MnO , FeO , BaO , TiO_2 a také některé sulfidy jako CaS nebo MgS . [1] [3]

Čerstvě vznikající struska je nazývá primární. Obsahuje vysoké množství FeO a MnO . Jejím postupným ohříváním a klesáním do spodní části pece se v ní rozpouští stále více oxidů a naopak se snižuje množství FeO a MnO . [3]

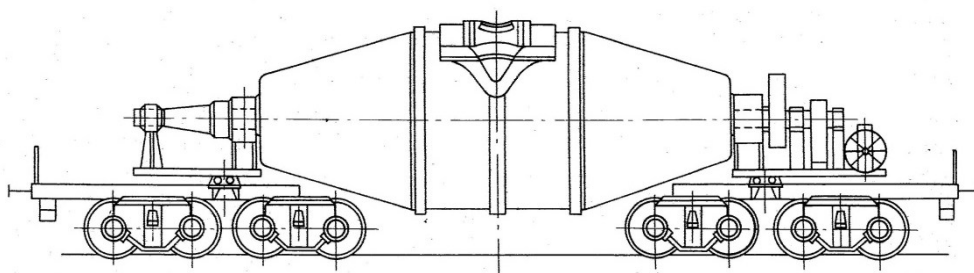
Konečná struska musí mít takové složení a vlastnosti, aby dokázala co nejefektivněji odsířit surové železo a zabezpečila vysoký stupeň redukce manganu a především dokonalou redukci železa. [1] [3]

Surové železo

Surovým železem rozumíme slitinu železa s uhlíkem (cca 2 – 4 %) a dalšími prvky jako křemík, mangan, fosfor a síra. Dle dalšího použití dělíme surová železa na: [7] [3]

- surová železa slévárenská, ze kterých se tavením vyrábí litina
- surová železa ocelářská, z nichž se dále vyrábí ocel

Při odpichu protéká surové železo hlavním žlabem do odlučovače strusky a poté buď do jednotlivých pánví, nebo do pojízdných mísičů (obr. 5). Po zvážení se tekuté železo dopravuje do ocelárny nebo se na odlévacím stroji odlévá do tzv. housek pro další zpracování ve slévárnách. [3]



Obr. 5 Pojízdný mísič na přepravu surového železa (převzato z [3])

2.2 Ocelárny

Primární suroviny pro výrobu oceli

Výchozí materiál pro výrobu oceli je především již zmíněné surové železo a ocelový odpad. Jelikož tyto suroviny obsahují větší množství nežádoucích příměsí než je přípustné, výroba se provádí pomocí oxidačních procesů za vysokých teplot, při kterých tyto doprovodné prvky přechází do struskové případně do plynné fáze. Nežádoucí příměsí v oceli jsou hlavně fosfor, křemík, síra, arsen, olovo, antimon a zinek. Jako žádoucí prvky považujeme především C, Mn, Cr nebo také Ni, W, Ti. [2], [3], [7]

Další příměsí a suroviny závisí na způsobu výroby oceli. Mohou se přidávat dezoxidační přísady (Fe-Mn, Fe-Si) nebo struskotvorné přísady, které jsou v případě zásaditého procesu vápno, kazivec nebo bauxit, u kyselého pak křemičitý písek či sklovitá drť. [3], [2]

Výroba oceli

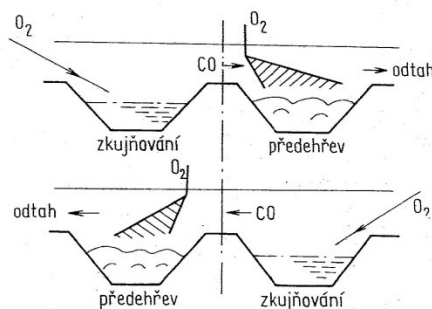
Výrobou oceli se rozumí zkujňování surového železa, kdy se za vysokých teplot snižuje obsah uhlíku a dalších škodlivých příměsí. Existuje několik způsobů výroby oceli závisící jak na druhu ocelářského zařízení, tak na typu pecní vyzdívky. Nicméně většina těchto procesů je prováděna [3]:

- transportem kyslíku z atmosféry pomocí strusky do kovu
- přechodem železa ve formě oxidu kovu do strusky

Siemensová-Martinová pec (SM pec) - dnes již nepoužívaná, nicméně s plávkovou ocelí je možno se setkat dodnes. Princip výroby (Martinův pochod) spočíval ve zkujňování železa kyslíkem obsaženým v atmosféře pece a to nepřímo pomocí strusky. V ní obsažený FeO byl přenašečem kyslíku do kovové lázně. Tento proces byl mnohem pomalejší než v kyslíkovém konvertoru. Původní dinasové vyzdívky byly důvodem kyselého procesu výroby, později byly nahrazeny vyzdívkami zásaditými. [2], [3], [7]

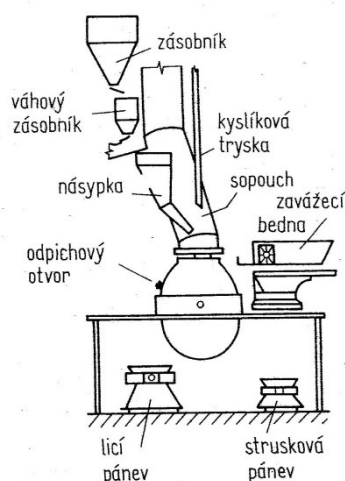
Tandemová pec neboli také T pec se skládá ze dvou nístějí (dvě spojené Martinské pece), přičemž jedna slouží k přehřevu a tavení tuhé vsázky a ve druhé probíhá zkujňovací proces plynným kyslíkem. K ohřevu a tavení vsázky se využívá reakční entalpie oxidu uhelnatého uvolňujícího se v druhé nístěji a po odpichu se funkce vymění (obr. 6). Ač se podobá Martinské peci, technologicky se jedná o kyslíkový pochod. Během tavby vzniká nejprve

kyselá struska s vysokým obsahem FeO (20 – 30 %). Koncová struska je ale silně zásaditá. [3], [2]



Obr. 6 Princip tandemového pochodu (převzato z [3])

Kyslíkový konvertor – zkujňování železa probíhá ve speciálních nádobách hruškovitého tvaru, které se nazývají konvertor (obr. 7). V minulosti se používaly k výrobě oceli také Bessemerovy a Thomasovy konvertory. Bessemerovy konvertory obsahovaly kyselou vyzdívku a nebylo možné v nich zpracovávat surová železa s obsahem fosforu a síry. Naopak Thomasovy konvertory se zásaditou vyzdívku byly pro tento účel vhodné, ale obsah fosforu byl pro správný průběh výroby nutný. Kyslíkové konvertory umožňují pracovat se surovým železem v daleko větším rozsahu chemického složení, a proto našli mnohem širší uplatnění. Principem výroby oceli v kyslíkovém konvertoru je dmýchání čistého kyslíku do tekutého železa. Okysličující vzduch proudí celou kovovou lázní, čímž je výrobní proces mnohem rychlejší a efektivnější než u přechozích technologií. Jedná se o zásaditý pochod. [2], [3]



Obr. 7 Uspořádání kyslíkového konvertoru a základního příslušenství (převzato z [3])

Elektrické pece se využívají především pro výrobu legovaných a vysocelgovaných ocelí. Podle způsobu přeměny energie elektrické na tepelnou se dělí na odporové, obloukové a indukční. S tímto způsobem výroby oceli je možno se setkat nejčastěji v zemích s levnou elektrickou energií z vodních elektráren, např. ve Skandinávii (Norsko, Švédsko, Švýcarsko). [1], [2], [3]

Ocelářenská struska

Ocelářenské strusky se aktivně podílí na výrobě oceli, jednak zajišťováním kyslíku pro kovovou lázeň, ale také ochranou před plyny z pecní atmosféry, jako jsou vodík nebo dusík, a vytvářením optimálních podmínek pro přenos tepla.

Celý zkujňovací proces záleží také na jejich chemickém složení, množství nebo fyzikální povaze. Všechny tyto aspekty ovlivňují dobu tavby, spotřebu dezoxidačních příměsí ale také výtěžek oceli. [2]

Podobně jako u vysokopecní strusky se ocelářská skládá z produktů oxidačních procesů, zbytků ocelářského odpadu a dalších nečistot ze vsázky či z vyzdívky pece případně také ze struskotvorných přísad. Nejvýraznější vliv na povahu strusky má obsah oxidu vápenatého a oxidu křemičitého. Jejich vzájemný podíl určuje jejich zásaditost nebo kyselost viz kapitola 3.1. [2]

Druhy oceli

Vzhledem k rozdílným způsobům výroby oceli, použití odlišných surovin a následného zpracování jsou výsledné produkty od sebe navzájem odlišné. Pro lepší orientaci můžeme ocel dále dělit [7], [3]:

a) dle chemického složení

- nelegovaná (uhlíková) ocel, obsahující jen velmi malá množství dalších prvků
- legovaná ocel, do níž jsou ve větším množství záměrně přidány prvky jako nikl, chrom, titan a další. Dle obsahu legovacích prvků se mohou dále dělit na nízkolegované (do 5 %), středně legované (5-10 %) a vysocelgované (nad 10 %)
- jakostní ocel, nevyžadující žádná speciální opatření při výrobě
- ušlechtilá ocel – jedná se o ocel s vyšším stupněm čistoty, lepšími mechanickými vlastnostmi jako např. kalitelnost, houževnatost a svařitelnost

b) dle způsobu tuhnutí

- neuklidněná ocel, ve které během tuhnutí následkem reakce mezi uhlíkem a kyslíkem vzniká oxid uhličitý, který ocel čerří
- uklidněná ocel je ocel, do které se přidávají přísady obsahující uhlík a tím se v ní neuvolňují plyny typu CO₂
- vysoce uklidněná ocel vzniká s přísadou hliníku

c) dle způsobu dalšího zpracování

- ocel tvářená za tepla – její zpracování probíhá za teplot od 1300 do 900°C
- ocel tvářená za studena se zpracovává po zatuhnutí, a tažením nebo kroucením se vyvozuje napětí nad mez kluzu. Takto upravená ocel snáší vyšší namáhání, ale je křehčí a není vhodná ke svařování

d) dle využití ve stavebnictví

- konstrukční ocel je ocel neuklidněná, nelegovaná, válcovaná za tepla
- ocel pro výztuž do betonu – neuklidněná, nelegovaná (jakostní) ocel tvářená za tepla nebo za studena tažením nebo kroucením
- ocel pro předpínací výztuž – nelegovaná, ušlechtilá ocel tvářená za tepla případně tvářená za studena s následným tepelným zpracováním
- ocel na kolejnice, štetovnice a důlní výztuž – nelegovaná jakostní ocel za tepla válcovaná nebo legovaná jakostní ocel
- ocel na plechy pro klempířské a pokrývačské práce – nelegovaná jakostní ocel

3. Vlastnosti ocelářenských strusek a možnosti jejich využití ve stavebnictví

3.1 Ocelářenské strusky a jejich vlastnosti

Struska je umělé kamenivo vzniklé během termických a spalovacích procesů. Největší část strusek vzniká během metalurgické výroby, existují však také strusky ze spalování pevných paliv nebo vulkanické strusky. [4], [15]

Základní metalurgické strusky během výroby železa a oceli jsou popsány v tabulce 1. [8]

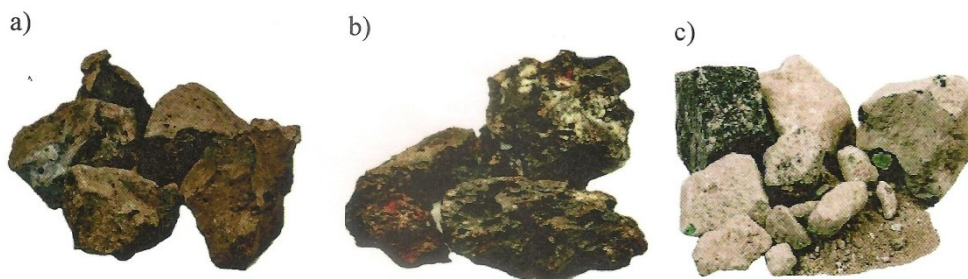
Tab. 1 Základní druhy strusek z metalurgie železa a oceli a základní struskové produkty
(upraveno podle [8])

Pochod		Agregát	Struska	Struskový produkt
Výroba surového železa		Vysoká pec	Vysokopecní struska	Umělé hutní kamenivo
				Granulovaná vysokopecní struska
Výroba oceli	Primární metalurgie	Kyslíkový konvertor	Ocelářská struska - pecní	Umělé těžké kamenivo
		Elektrická oblouková pec		
		Tandemová pec		
		Siemens-Martinská pec		
	Sekundární metalurgie	Licí pánev	Ocelářská struska - pánvová	Rekultivační směs/skládkování

Z této tabulky je patrné, že během výroby surového železa vzniká pouze vysokopecní struska, kdežto u procesu výroby oceli je nutné ocelářskou strusku rozlišovat na produkt primární nebo sekundární metalurgie.

Ocelářská struska

Ocelářská struska, označovaná také jako ocelářská, je druhotný odpad při výrobě oceli. Její složení, vzhled a především vlastnosti jsou závislé na vsázkovém materiálu, výrobním procesu, množství hlušiny, typu vyzdívky, teplotě a rychlosti tavby, rychlosti ochlazování a mnoha dalších faktorech. Na obrázku 8 jsou zobrazeny příklady některých z nich.



Obr. 8 Ocelářská struska a) pecní - kyslíkový konvertor, b) pecní – Siemens-Martinská pec, c) pánvová (převzato z [8])

Orientační chemické složení těchto strusek je popsáno v tabulce 2 a v tabulce 3 jsou uvedeny minerály běžně se v těchto struskách vyskytující.

Tab. 2 Charakteristické složení ocelářských strusek (upraveno podle [8])

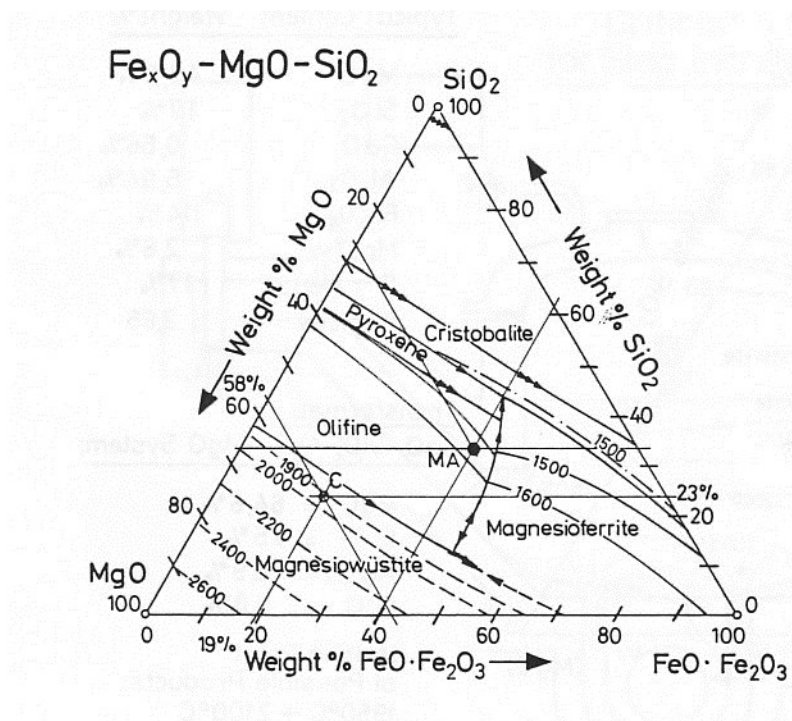
Struska	Složka (hm. %)					
	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	MnO	FeO+Fe ₂ O ₃
EOP* (uhlíkatá ocel)	35-60	9-20	2-9	5-15	3-8	15-30
EOP* (legovaná ocel)	39-45	24-32	3-8	8-15	0,4-2	1-6
Kyslíkový konvertor	30-55	8-20	1-6	5-15	2-8	10-35
Licí pánev	30-60	2-35	5-35	1-10	0-5	0,1-15

*EOP elektrická oblouková pec

Tab. 3 Minerály obvykle přítomné v ocelářenských struskách (upraveno podle [8])

Minerál	Vzorec
Merwinit	C_3MS_2
Ranklit	C_2S
Wollastonit	C_3S_2
Diopsid	CS
Monticellit	CMS
Gehlenit	C_2AS
Forsterit	M_2S
Sulfidy	CaS, MnS, FeS
Trikalciumsilikát	C_3S
Kalciumaluminát	CA
Kalciumferit	CF
Olivín	$2MgO \cdot SiO_2 + 2FeO \cdot SiO_2$
RO fáze	RO
Vápno	CaO
Periklas	MgO
Další...	FeO, Fe_2O_3

Na obrázku 9 je trojúhelníkový diagram s charakteristickým složením strusky, ze kterého lze vyčíst např. chemické a mineralogické složení, struktura nebo vlastnosti. [15]



Obr. 9 Ternární diagram typické strusky (převzato z [15])

Ocelářské pecní strusky jsou dále děleny a označovány dle jejich původu na:

- ocelářská struska BOF (Basic Oxygen furnace neboli základní kyslíková pec) je starší typ zásaditých ocelářských strusek. [4]
- ocelářská struska LD (nebo také LD-struska) je druhotná surovina vznikající v konvertorech. Jejich složení se mění v závislosti na konkrétním metalurgickém procesu, např. strusky pro okysličení, pro odsíření nebo odfosfoření. [4], [28]
- ocelářská struska EAF (electric arc furnace neboli struska z elektrických pecí) je struska vzniklá při přetavování oceli. Během tavení vznikne pouze malé množství opalem vyzdívky nebo z nečistot vsázkového materiálu.

Studený odval neboli hutní suť je neseparovaný odpad z hutní výroby, ve kterém se často nachází heterogenní směs vysokopecních a ocelářských strusek, slévárenské písky a zbytky šamotových a dinasových vyzdívek. Takto se ukládal druhotný materiál v minulosti, dnes se jednotlivé vedlejší produkty skladují separovaně. [4], [28]

Vlastnosti ocelářských strusek

I. chemické vlastnosti

Zásaditost neboli bazicita

Zásaditost nebo kyselost strusek má zásadní vliv na určování vlastností strusek především míru její hydraulické aktivity. [3], [8]

V ocelářských struskách určuje zásaditost obsah oxidů, které můžeme rozdělit na [3]:

- zásadité: CaO, MgO, FeO, MnO, Na₂O, K₂O, ZnO, NiO, PbO
- kyselé: SiO₂, Al₂O₃, P₂O₅, TiO₂, V₂O₅, Sb₂O₃, Sb₂O₅, As₂O₃, As₂O₅

Modul zásaditosti (M_z) vyjadřuje poměr nejvýznamnějších kyselých a zásaditých složek (5). Pokud $M_z < 1$, jedná se o strusky kyselé. Je-li $M_z \geq 1$, předpokládáme strusky zásadité. V praxi se bazicita stanovuje nejčastěji na frakci 0/4 mm z důvodu vyšší náchylnosti této frakce k projevům objemových změn. Ocelářské strusky jsou převážně bazické. [15], [28]

$$M_z = \frac{CaO + MgO}{SiO_2 + Al_2O_3} \quad (5)$$

Objemové změny vlivem reakcí volného vápna, periklasu a silikátového rozpadu strusky

Objemová nestálost je zásadním problémem ocelářenských strusek. Příčin těchto nežádoucích změn může být hned několik [4]:

1. reakce volných oxidů CaO a MgO s vodou a vzdušným oxidem uhličitým, při kterých dochází k [8], [4]:

- Hydrataci volného vápna za vzniku portlanditu



- Karbonatace hydroxidu vápenatého (portlanditu) za vzniku kalcitu nebo aragonitu



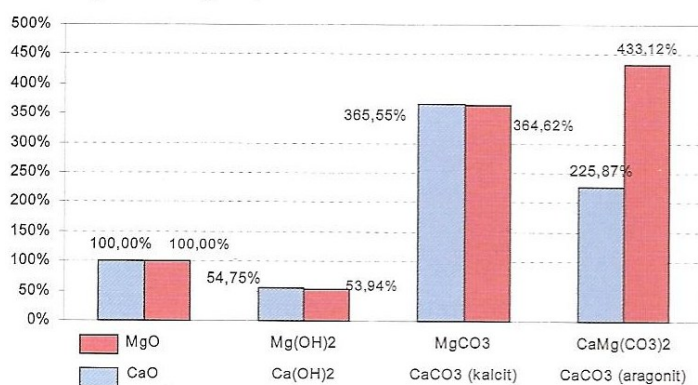
- Hydratace periklasu za vzniku brucitu



- Karbonatace hydroxidu hořečnatého (brucitu) za vzniku magnezitu nebo dolomitu



Během těchto reakcí dochází ke zvětšení objemu výsledných produktů. Porovnání objemových změn před a po chemické reakci je zobrazeno na obrázku 10.



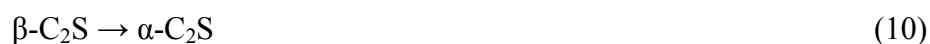
Obr. 10 Porovnání objemových změn v řadě CaO - Ca(OH)₂ - CaCO₃
a MgO - Mg(OH)₂ - MgCO₃ (převzato z [4])

Starší ocelářenské pecní strusky (vyrobené v 19. století) vznikaly tavením za nižších teplot okolo 980 - 1050°C a z toho důvodu obsahovaly větší množství CaO a MgO. Proto jsou mnohem náchylnější k objemovým změnám. Nicméně v dnešní době se do tavby přidává

dolomit ($\text{CaMg}(\text{CO})_3$) místo vápna, tudíž i u strusek z moderní výroby existuje riziko objemové nestability (bobtnání). [8]

Množství volného vápna a periklasu stanovuje norma ČSN EN 1744-1+A1.

2. Polymorfnní přeměny dikalcium silikátů (C_2S)



Objemová nestálost vyvolaná touto reakcí je typickým projevem pánvové strusky. Objemová změna je tak výrazná, že tento typ ocelářenských strusek vylučuje z možnosti jejich využití jako kameniva nebo využití podobného charakteru. [4]

3. Hydratace C_2S případně C_3S na CSH fáze a reakce aluminátů [8], [4]

Jedná se o další příčiny rozpadavosti ocelářenských strusek a to jak pecních, tak pánvových. Tyto reakce mění původní minerály účinkem vody např. na tobermorit nebo ettringit. Jedná se o podobné fáze, s jakými se můžeme setkat u portlandského slínku. [8]

II. Fyzikálně-mechanické vlastnosti

Objemová hmotnost

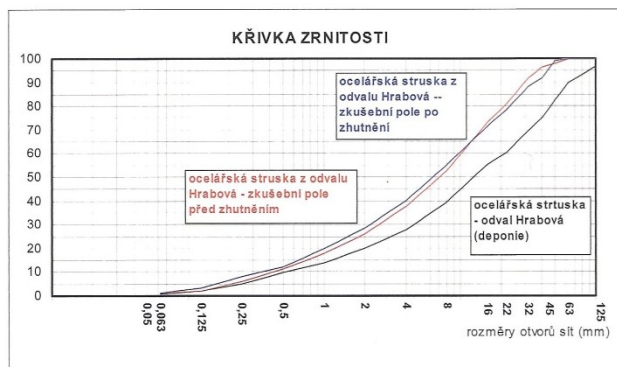
Tab. 4 Charakteristické hodnoty objemové a sypné hmotnosti ocelářenských strusek
(upraveno dle [4])

Objemová hmotnost zrn	3 100 až 3 600 kg/m ³
Sypná hmotnost – volně sypaná	1 600 až 2 400 kg/m ³
Sypná hmotnost – setřesená	2 000 až 2 700 kg/m ³

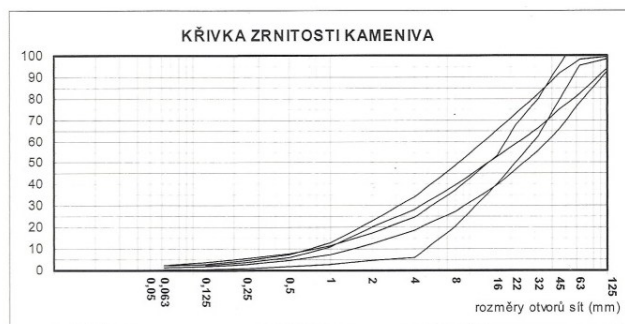
Všechny tyto hodnoty jsou orientační a před použitím daného materiálu je nutné provést průkazní zkoušky objemové a sypné hmotnosti. [28]

Zrnitost

Orientační granulometrická skladba ocelářenských strusek je patrná z obrázků 11 a 12, kde jsou vyhodnoceny vzorky ocelářenské strusky z odvalu Hrabová (obr. 10) a strusky z Třineckých železáren odebrané v rámci kontrolních zkoušek pro stavbu dálnice D47 (obr. 11). Požadavky na nadsítné a podsítné jsou v případě využití jako kameniva dle ČSN EN 13242+A1 z převážné většiny splněny. Zrnitostní složení ovlivňuje další fyzikálně-chemické vlastnosti strusek podobně jako u jiných materiálů. [4], [28]



Obr. 11 Křivky zrnitosti ocelářské strusky z odvalu Hrabová (převzato z [4])



Obr. 12 Křivky zrnitosti vzorků ocelářské strusky z aktivní zóny stavby dálnice D4709.2 (převzato z [4])

U ocelářenských strusek se mohou v určitých případech provádět také zkoušky nasákavosti (např. dle normy ČSN EN 1097-6), ohladitelnosti (ČSN EN 1097-8) nebo odolnosti proti drcení zrn (ČSN EN 13242+A1).

Pro větší přehled jsou v tabulce 5 uvedeny další fyzikálně-mechanické vlastnosti vedlejších produktů hutní výroby doporučené pro použití v dopravním stavitelství

Tab. 5 Doporučené fyzikálně-mechanické vlastnosti vedlejších produktů hutní výroby
(upraveno dle [4])

Parametr	Vysokopecní struska (odval Hrabová)	Ocelářská struska (odval Hrabová)	Studený odval (Odval Hrabová)
Frakce	0-300	0-200	0-300
ČSN 73 6133	G2 GP	G1 GW	G3 GF
Přírozená vlhkost w_n (%)	4	2	6,9 – 12,9
Maximální objemová hmotnost ρ (kg.m ⁻³)	2330	2681	1930
Úhel vnitřního tření ϕ (°)	37	35	30
Soudržnost c (kPa)	3	5	5
Koeficient filtrace k_f (m.s ⁻¹)	$1,00 \times 10^{-2}$	$4,20 \times 10^{-2}$	$1,00 \times 10^{-8}$
Modul přetvárnosti E_{def} (MPa)	100 – 131	90 - 130	80 - 100

3.2 Využití strusek ve stavebnictví

Vysokopeční strusky

Vysokopeční strusky jsou vedlejším produktem hutnické výroby, který našel rozsáhlé uplatnění především ve stavebním průmyslu. V dnešní době trh spotřebuje 100 % její výroby a dokonce bylo nutné v některých případech odebírat část ze starších zásob (odvalů). [5]

Jako příklad ze široké škály jejího uplatnění lze vyjmenovat např. vzduchem chlazená struska jako plnivo do betonů, těžké kamenivo do asfaltových vrstev vozovek, granulovaná struska do cementů nebo na výrobu struskových tvárníc, jako latentně hydraulická směs do hydraulického vápna, do malt nebo zpěněná struska jako pórovité kamenivo. [7]

Ocelářská struska

U ocelářských strusek otázka jejich použití problematičtější a to především z důvodu rizika jejich objemové nestálosti. Dalším problémem je jejich vysoká variabilita chemického složení, které velmi často obsahuje řadu nežádoucích nebo nepřipustných prvků či sloučenin, které znemožňují jejich opětovné využití.

Kamenivo z ocelářské strusky

Pro zpracování strusky na kamenivo se používá pouze pecní struska. Po vychladnutí se pomocí magnetu separuje přibližně 7 – 8 % strusky s vyšším podílem železa pro opětovné použití do pecní vsázky. Zbytek se dělí na jednotlivé frakce. Ocelářská struska je tvořena především krystalickými fázemi z důvodu jejího pomalého chlazení. [3], [8]

V dnešní době je tato struska nejvíce využívána v dopravním stavitelství. Nejčastěji se používá na stavbu zemního tělesa případně do dalších konstrukčních vrstev pozemních komunikací. Pro tyto účely musí kamenivo vykazovat hodnotu rozpínavosti dle ČSN EN 1744-1+A1 s požadavkem do 5 %. [8], [28]

Pro využití do hutněných asfaltových vrstev jsou požadavky na výrobu kameniva uvedeny v normě ČSN EN 13043. Kamenivo musí splňovat požadavky na odolnost proti drcení, objemovou stálost a nasákavost. Směs umělého a přírodního kameniva musí splňovat podmínky norem ČSN EN 13108-1 až ČSN EN 13108-7. [28]

Ocelářské strusky je možné použít jako kamenné kostry do prolévaných vrstev různých technologií. Požadavky na kamenivo stanovují normy ČSN 73 6127-1 až ČSN EN 6127-4 a tyto zkoušky musí být pro danou technologii provedeny před jejich použitím. [28]

Vhodné využití ocelářenských strusek je také do nátěrů vozovek, splní-li požadavky ČSN EN 12271, ČSN EN 13043 a ČSN 73 6129. [28]

Ocelářenské struskové kamenivo je pro svou objemovou hmotnost přes 3.000 kg.m^{-3} vhodné pro různé speciální účely. Pro jeho vyšší odolnost proti zmrazování oproti běžnému kamenivu, pro pevnost kameniva a obtížnější odplavení je využíváno např. ve vodním stavitelství. [8]

Mimo stavebnictví se můžeme setkat s využitím strusek s vysokým obsahem vápníku a hořčíku např. v zemědělství, kde se uplatňuje jemně mletá ocelářská struska jako hnojivo pro úpravu kyselé půdy. [5]

Kamenivo pro výrobu betonu

Jak uvádí literatura [8], struskové kamenivo se nevyužívá jako kamenivo do betonu z důvodu rizika objemové nestálosti. Této problematice bude věnována pozornost v kapitole 5.2, ve které jsou vyhodnoceny výsledky laboratorních testů betonů s použitím strusek jako kameniva. [8]

Použití těchto druhotných materiálů nese řadu výhod oproti běžnému kamenivu a to především:

- nižší pořizovací náklady
- dostupnost materiálu
- možnosti výběru materiálu z různých zdrojů (výrobního závodu)
- snížení ekologické zátěže pro krajinu i obyvatele v podobě odvalů a skládek
- snížení spotřeby přírodních zdrojů (přírodního kameniva)

Na druhou stranu je nutné zmínit také negativa a rizika, která použití těchto materiálů přináší:

- riziko proměnlivosti složení a granulometrie jednotlivých dodávek a to i v rámci jednoho závodu
- objemové změny a změny chemického složení vlivem vnějšího prostředí
- omezené použití z důvodu vysoké objemové hmotnosti
- nutnost chemických analýz před aplikací

4. Ocelářenské strusky jako plnivo do betonu

4.1 Popis materiálu jako plniva pro výrobu zkušebních těles z betonu

Pro zjištění vlastností betonu s použitím kameniva z ocelářenských strusek jako plniva byly použity strusky ze dvou zdrojů – dvou nejvýznamnějších producentů oceli v Moravskoslezském kraji a to z firmy ArcelorMittal v Ostravě – Kunčicích a z Třineckých železáren v Třinci. Pro srovnání je v tabulce č. 6 uveden přehled produkce hutních závodů tohoto kraje za rok 2013. [8]

Kamenivo použité k tomuto účelu musí splňovat podmínky stanovené dle normy ČSN EN 12620 z roku 2013 Kamenivo do betonu.

Tab. 6 Výrobní produkce za rok 2013 (upraveno dle [8])

Společnost				Produkce (kt)	Měrná produkce (kg _{strusky} /t _{železa}) (kg _{strusky} /t _{oceli})
TŘINECKÉ ŽELEZÁRNY, a.s.	Vysoká pec	Surové železo		2 068	-
		Vysokopecní strusky		727	352
	Ocelárna	Ocel		2 553	
		Ocelářská struska	Všechny	369	145
			Pecní	317	124
	Pánvová	52	21		
ArcelorMittal Ostrava, a.s.	Vysoká pec	Surové železo		1 971	
		Vysokopecní strusky		802	407
	Ocelárna	Ocel		1 918	
		Ocelářská struska	Všechny	204	106
			Pecní	171	89
	Pánvová	33	17		
VÍTKOVICE STEEL, a.s.	Ocelárna	Ocel		381	
		Ocelářská struska	Všechny	56	148
			Pecní	42	110
			Pánvová	14	38
VÍTKOVICE HEAVY MACHINERY a.s.	Ocelárna	Ocel		122	
		Ocelářská struska	Všechny	28	229
			Pecní	24	196
			Pánvová	4	32
Moravskoslezský kraj (vypočteno z uvedených dat)	Vysoká pec	Surové železo		4 039	
		Vysokopecní strusky		1 529	379
	Ocelárna	Ocel		4 974	
		Všechny strusky		658	132

Umělé kamenivo z oceláren ArcelorMittal

Společnost ArcelorMittal a.s. je česká hutní společnost patřící do holdingu ArcelorMittal. V areálu společnosti se nachází výrobní závody koksoven, vysokých pecí, oceláren (obr. 13), válcoven nebo strojřen a sléváren a jsou zde také doprovodné provozy zajišťující služby jako údržba, energetika nebo doprava. [14]

Závod oceláren (závod 13) vyrábí ocel ve čtyřech tandemových pecích. Po odpichu je ocel upravována v pánvových pecích a odlévána na třech provozech kontinuálního odlévání do tvaru sochorů, bram či bramek. [14], [9]



Obr. 13 ArcelorMittal – dva z provozů: ocelárna (vlevo) a energetika (vpravo). V popředí odval Lihovarská. (převzato z [14])

Struskové kamenivo frakce 0-8 splňuje požadavky ČSN EN 13242+A1 viz příloha č. 1 Prohlášení o shodě firmy ArcelorMittal. Jeho přibližné chemické složení je uvedeno v tabulce 7. Zrnitostní křivka byla provedena laboratoří BETOTECH, s.r.o. na vzorcích kameniva, ze kterého byl posléze vyroben zkušební beton a je přílohou č. 2 této práce.

Tab. 7 Průměrné složení strusky z tandemové pece ArcelorMittal Ostrava a.s., 2006
(upraveno podle [8])

Složka	Fe _{total}	Fe _{kov}	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	MnO	P ₂ O ₅	S
Množství (hm. %)	34,53	8,10	15,09	23,30	5,68	2,78	4,92	1,29	0,051

Umělé kamenivo z oceláren Třineckých železáren

Třinecké železářny a.s., jejichž jediným akcionářem je společnost Moravia Steel a.s., jsou v současné době největším producentem oceli v České republice. Společně s dalšími společnostmi, jež jsou součástí skupiny TŘINECKÉ ŽELEZÁŘNY – MORAVIA STEEL tvoří podobně jako ArcelorMittal uzavřený hutní výrobní cyklus. [16]

Ocel je v tomto závodě vyráběna v kyslíkových konvertorech (obr. 14), velmi malá část také v elektrických obloukových pecích. [8]



Obr. 14 Kyslíková konvertorová ocelárna Třineckých železáren (převzato z [12])

Kamenivo z Třineckých železáren frakce 0-8 má charakteristické složení uvedeno v tabulce 8. Jeho zrnitostní charakteristika je viditelně odlišná než u předchozí strusky. V kamenivu převládá podíl jemných částic oproti zbylým frakcím. Prohlášení o shodě tvoří přílohu č. 3.

Tab. 8 Průměrné složení lité konvertorové strusky, Třinecké železářny, a.s, rok 2006
(upraveno dle [8])

Složka	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	MnO	Fe	FeO
Množství (hm. %)	36,67	9,65	11,20	1,74	1,15	0,85	5,07	24,93	0,00

Přírodní kamenivo z pískoven Tovačov dodavatele Českomoravský štěrk, a.s.

Pro výrobu referenčního betonu bylo použito přírodní těžené kamenivo z pískoven Tovačov frakcí 0-4 a 4-8 mm. Jeho zrnitostní křivky a prohlášení o shodě jsou přílohou č. 4, 5 a 6 této práce.

4.2 Charakteristika čerstvých betonů pro zkoušení vlastností struskobetonu

Jak je z předchozí kapitoly patrné, pro posuzování vlastností betonu byly vytvořeny tři sady vzorků. Jejich složení vychází ze specifikace zadaného vzorového složení betonu, podle které byla následně navržena receptura. Navrhován byl beton C 25/30 X0 S3 tzn. prostý hutný beton pevnostní třídy v tlaku 25/30 (válcová/krychelná pevnost v tlaku v $\text{N}\cdot\text{mm}^{-2}$ po 28 dnech zrání) se stupněm vlivu prostředí bez nebezpečí koroze nebo narušení a s konzistencí dle sednutí kužele stupně S3. Dle tohoto kritéria byla navržena receptura referenčního betonu. Aby bylo možné porovnávat všechny tři betonové směsi dle stejných parametrů, bylo u betonů se struskou zachováno totožné složení i množství materiálu (na 1 m^3), pouze bylo kamenivo nahrazeno struskou. Návrhové složení všech tří betonových směsí na 1 m^3 je uvedeno v tabulce 9 a je také přílohou č. 7, 8 a 9. D_{\max} byl ve všech třech vzorcích 8 mm. Čerstvý beton byl navržen v souladu v normou ČSN EN 206.

Tab. 9 Složení čerstvých betonů pro testování vlastností

Číslo vzorku		Vzorek č. 1	Vzorek č. 2	Vzorek č. 3
Betonová směs		Referenční beton	Beton se struskou z ArcelorMittalu	Beton se struskou z Třineckých železáren
Zkratka pro označení betonové směsi		RF	S-AM	S-TZ
Složení betonové směsi (kg/m^3)	CEM 42,5 I R Hranice	240	240	240
	Popílek Dětmárovice	40	40	40
	0/4 Kamenivo Tovačov	980	-	-
	4/8 Kamenivo Tovačov	799	-	-
	0/8 OC Struska Mittal	-	2 492	-
	0/8 OC Struska Třinec	-	-	2 305
	Glenium SKY 665 (plastifikační přísada)	3,5	3,5	3,5
	Voda	183	183	216*

* Množství použité vody muselo být u strusky z Třineckých železáren upraveno vzhledem k vysokému podílu jemných částic

Vzorky byly vyrobeny a testovány ve zkušební laboratoři BETOTECH s.r.o. v Ostravě – Vítkovicích. Čerstvý beton byl vyroben strojně v míchačce s nuceným oběhem materiálu

v první polovině dubna 2015. Pro každou ze tří testovacích sad bylo vytvořeno 14 zkušebních těles - 6 ks krychlí velikosti strany 150 mm, 2 ks měřících žlabů, 6 ks trámců na mrazuvzdornost.

V tabulce 10 jsou uvedeny zkoušky, které byly na všech vzorcích provedeny, počet a typ zkušebních těles a normy, postupy nebo metody, dle kterých byly zkoušky uskutečněny.

Tab. 10 Přehled zkoušek testovaných zkušebních sad betonu

Zkouška	Norma, postup, metoda	Množství a typ zkušebního tělesa
Konzistence čerstvého betonu	ČSN EN 12350-2 Zkouška sednutím kužele ČSN EN 206-1 klasifikace výsledků	-
Objemová hmotnost čerstvého betonu	ČSN EN 12350-6	-
Množství vzduchu v čerstvém betonu	ČSN EN 12350-7	-
Pevnost v tlaku ztvrdlého betonu (po 7, 28 a 90 dnech)	ČSN EN 12390-4	4 x krychle á 150 mm (z toho 1 x krychle v autoklávu)
Maximální hloubka průsaku tlakovou vodou (V5)	ČSN EN 12390-8	2 x krychle á 150 mm
Smrštění či nabývání betonu (objemové změny)	Standardní operační postup 01/09 Ústavu stavebního zkušebnictví na fakultě stavební, Vysokého učení technického v Brně	2 x měřící žlab (z toho 1 x žlab v autoklávu)
Simulace urychleného stárnutí pro následné zkoušky: - objemových změn - pevnosti v tlaku	-	1 x krychle á 150 mm 1 x měřící žlab
Mrazuvzdornost	ČSN EN 73 1322	2 x forma se třemi zkušebními trámci (6 zkušebních těles)

5. Zkoušení vlastností vyrobených vzorků v laboratorních podmínkách

5.1 Metodika zkoušených vlastností

Zkouška sednutím čerstvého betonu

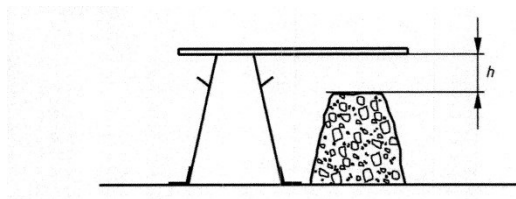
Pomocí této zkoušky se zjišťovala konzistence čerstvého betonu u všech tří betonových vzorků. Bezprostředně po namíchání čerstvého betonu se na předem navlhčenou vodorovnou podkladní desku umístí navlhčená forma ve tvaru komolého kužele (obr. 15). Forma musí být kovová s hladkými vnitřními stěnami o rozměrech [18]:

- Průměr dolní základny: 200 mm, tolerance ± 2 mm
- Průměr horní základny: 100 mm, tolerance ± 2 mm
- Výška: 300 mm, tolerance ± 2 mm



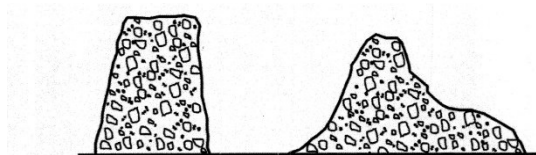
Obr. 15 Vodorovná podkladní deska, forma ve tvaru komolého kužele a násypka

Pomocí násypky se forma postupně plní ve třech vrstvách, každá vrstva po zhutnění vrstvy předchozí do výšky přibližně jedné třetiny. Každá vrstva se hutní 25 vpichy propichovací tyčí. Vpichy musí být rovnoměrně rozloženy po průřezu každé vrstvy, přičemž se spodní vrstva, aniž by tyč narážela na dno, propichuje v mírném náklonu tyče a téměř polovina vpichů se orientuje do středu. Při zhutňování druhé vrstvy tyč jen mírně zasahuje do první vrstvy. Třetí vrstva se naplní přes horní okraj formy tak, aby po propichování byl vždy nad horním okrajem přebytek betonu. Poté se přebytečný beton odstraní, aby horní vrstva byla vodorovně s horním okrajem formy, a odstraní se z podložky spadlý beton. [18]



Obr. 16 Měření sednutí (převzato z[18])

Forma se poté odstraní zvednutím nahoru bez otáčení. Zvedání musí proběhnout během 2 až 5 sekund. Ihned po zvednutí formy se pomocí pravítka změří sednutí a to zjištěním rozdílu mezi výškou formy a nejvyšším bodem sednutého vzorku (obr. 16). Pokud by došlo ke zborcení tělesa (obr. 17), musela by se zkouška opakovat. Průběh celé zkoušky by neměl být delší než 150 s. [18]



Obr. 17 Tvary sednutí (převzato z [18])

a – správné sednutí, b – usmyknuté (zborcené) sednutí

Zaznamenanou hodnotu jsme klasifikovali dle ČSN EN 206, kapitoly 4.2.1. tabulky č.3. Její klasifikační kritéria jsou uvedeny v tabulce 11. [26]

Tab. 11 Klasifikační kritéria pro zvolení stupně sednutí S1 až S5 (upraveno podle [26])

Stupeň	Zkouška sednutím podle EN 12350-2 (mm)
S1	10 až 40
S2	50 až 90
S3	100 až 150
S4	160 až 210
S5 a)	≥ 220
a) viz Poznámka 1 ke čl. 5.4.1 [26]	

Zkouška objemové hmotnosti čerstvého betonu

Jedná se o velmi jednoduchou zkoušku, během které se vodotěsná nádoba s hladkým vnitřním povrchem, vodorovným horním okrajem a známým objemem (alespoň 5 litrů) naplní čerstvým betonem ve více vrstvách a poté krátce zhutní na vibračním stole. Nádoba musí být naplněna tak, aby byl zkušební vzorek vodorovně zarovnan s horním okrajem nádoby (obr. 18). [19]



Obr. 18 Příprava vzorku pro stanovení objemové hmotnosti

Naplněná nádoba se váží na váze s přesností na 0,01 kg. Objemová hmotnost se poté vypočítá ze vztahu [19]:

$$D = \frac{m_2 - m_1}{V} \quad (11)$$

- D objemová hmotnost čerstvého betonu v kg/m^3
- m_2 hmotnost naplněné nádoby se zhutněným betonem v kg
- m_1 hmotnost prázdné nádoby v kg
- V objem nádoby v m^3

Vypočtená objemová hmotnost se zaokrouhluje na nejbližší 10 kg/m^3 .

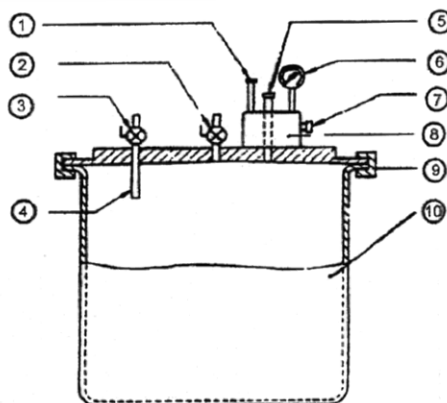
Zkouška stanovení obsahu vzduchu v čerstvém betonu

Norma ČSN EN 12350-7 Zkoušení čerstvého betonu – Část 7: Obsah vzduchu – Tlakové metody popisuje dvě různé metody měření obsahu vzduchu v betonu. Námi prováděné zkoušky se prováděly podle metody druhé - tlakoměrné.

Obsah vzduchu zjišťujeme pomocí tlakoměrného přístroje (obr. 19), který se skládá z nádoby, víka, tlakoměru a vzduchové hustilky viz obr. 20. Nádoba i víko jsou z kovu nereagujícího s cementovou kaší a jejich vnitřní stěny jsou hladké. Příruba víka musí zajišťovat naprosto dokonalé a vzduchově nepropustné spojení a obojí musí být odolné proti zkušebnímu tlaku (přibližně 0,2 MPa). Tlakoměr připevněný k víku má rozdělenou stupnici 0 až 1 % po 0,2 %, stupnice 1 až 3 po 0,1 %, stupnice 3 až 6 po 0,2 % a 6 a 10 % po 0,5 %. Vzduchová hustilka je zabudována do víka. Přístroj byl před zkouškou zkontrolován postupem dle přílohy D v ČSN EN 12350-7. [20]



Obr. 19 Přístroj použitý pro měření vzduchu v čerstvém betonu (převzato z [10])



Obr. 20 Schéma přístroje pro měření vzduchu tlakoměrnou metodou (převzato z [20])

1 – hustilka (kompresor), 2 – ventil B, 3 – ventil A, 4 – prodlužovací hadička trubice pro kalibrační zkoušky, 5 – hlavní vzduchový ventil, 6 – tlakoměr, 7 – odvzdušňovací ventil, 8 – vzduchová komora, 9 – svorky, 10 - nádoba

Beton se vkládá do nádoby tak, aby se nádoba naplnila bez odstranění přebytku materiálu a poté se zhutní na vibračním stole po dobu nezbytně nutnou. Povrch se zarovnává a uhlazuje, a musí se očistit příruba nádoby i víka. Víko se připevní svorkami. Uzavře se hlavní ventil pro přívod vzduchu a otevrou se ventily A a B. Ventilem A se pomocí stříčky plní nádoba vodou, dokud nevytéká z ventilu B. Poté se uzavře ventil pro vypouštění vzduchu ze vzduchové komory, a do vzduchové komory se pumpuje vzduch do chvíle, kdy se ručička tlakoměru zastaví na počáteční hodnotě tlaku. Poté se uzavrou ventily A a B a otevře se hlavní vzduchový ventil. Odečte se hodnota obsahu vzduchu A_1 v procentech. Před otevřením nádoby se opět uvolní ventily A a B. [20]

Výpočet obsahu vzduchu se provádí pomocí vzorce [20]:

$$A_c = A_1 - G \quad (12)$$

A_c obsah vzduchu v betonu v nádobě (%)
 A_1 obsah vzduchu ve zkoušeném vzorku betonu (%)
 G opravný součinitel pro kamenivo. $G = 0$

Výroba zkušebních těles pro provedení zkoušek ztvrdlého betonu

Zkušební tělesa se vyrábí dle norem ČSN EN 12390-1 Zkoušení ztvrdlého betonu: Část 1: Tvar, rozměry a jiné požadavky na zkušební tělesa a formy a ČSN EN 12390-2 Zkoušení ztvrdlého betonu – Část 2: Výroba a ošetřování zkušebních těles pro zkoušky pevnosti. Vodotěsné a nenasákavé formy se na vnitřní straně natírají tenkou vrstvou separačního prostředku (obr. 21) a poté se plní ve třech vrstvách, které jsou následně zhutňovány. Pomocí hladítka se odstraňuje přebytečný beton a povrch se opatrně zarovná. [22]



Obr. 21 Natírání formy separačním prostředkem

Každá sada vzorků obsahuje 6 ks krychlí o velikosti strany $a = 150 \text{ mm}$ pro měření pevností, hloubky průsaku tlakovou vodou a měření urychleného stárnutí v autoklávu (obr. 22), 2 ks měřících žlabů (o rozměrech $1000 \times 100 \times 60 \text{ mm}$) pro měření smrštění (dle interního předpisu VUT Brno) a 6 ks trámců pro měření mrazuvzdornosti. Zkušební tělesa se ponechají ve formě přibližně 45 hodin, poté se vyjmou a ošetřují ve vodě o teplotě přibližně 20°C až do jejich zkoušení. Všechny vzorky se řádně označí. [21] [22] [27]



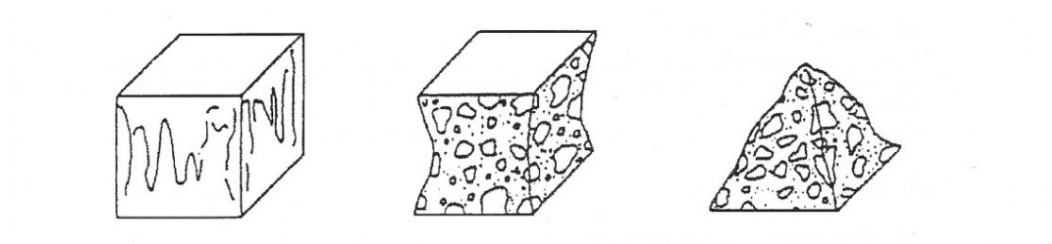
Obr. 22 Forma pro zkušební krychli s čerstvým betonem o rozměrech $150 \times 150 \times 150 \text{ mm}$

Zkouška pevnosti v tlaku zkušebních těles

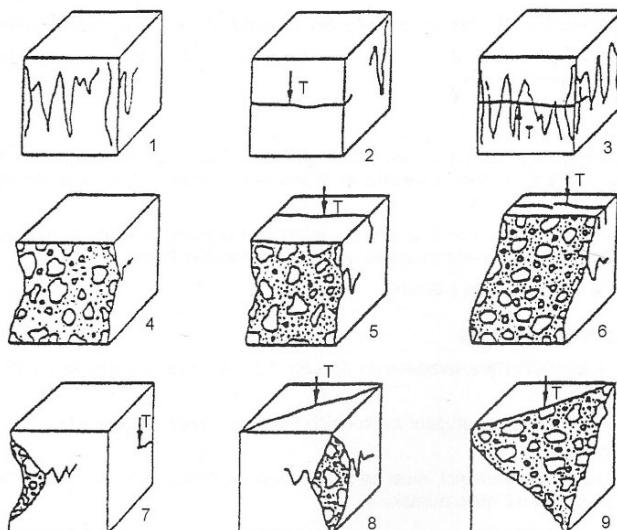
Touto zkouškou se měřily 7 denní, 28 denní a 90 denní pevnosti všech tří vzorků. Osušená zkušební tělesa ve tvaru krychle se vloží do zkušebního lisu (obr. 23) vyhovujícího normě ČSN EN 12390-4 Část 4: Pevnost v tlaku – Požadavky na zkušební lisy. Před vložením jsou očištěny dotykové plochy tlačných desek a odstraněny zbytky betonu po předchozí zkoušce. Krychle se do lisu pokládá tak, aby oproti ložení ve formě byla otočena o 90°. Rychlost zatěžování je nastavena na 0,4 N/mm²/s a takto je krychle zatěžována až do jejího porušení. Na obrázku 24 a 25 jsou zobrazeny vyhovující a nevyhovující způsoby porušení zkušebních krychlí. V okamžiku porušení vzorku na displeji zůstane hodnota maximálního zatížení F. Tato hodnota je vždy zaznamenána. [23]



Obr. 23 Zkušební lis se zkušebním vzorkem pro sedmidenní pevnost



Obr. 24 Vyhovující způsoby porušení zkušebních krychlí (převzato z [23])



Obr. 25 Příklady některých nevyhovujících způsobů porušení zkušebních krychlí
(převzato z [23]), T – tahové trhliny

Výsledná pevnost v tlaku f_c byla vypočtena podle vzorce [23]:

$$f_c = \frac{F}{A_c} \quad (13)$$

f_c pevnost v tlaku uváděná v MPa (neboli N/mm²)

F maximální zatížení při porušení (N)

A_c průřezová plocha zkušebního tělesa, na kterou působilo zatížení v tlaku (mm²)

Výsledná pevnost v tlaku se zaokrouhluje na nejbližší 0,5 MPa. [23]

Zkouška objemové hmotnosti ztvrdlého betonu

Pro zjištění objemové hmotnosti ztvrdlého betonu je dle platné normy ČSN EN 12390-7 Zkoušení ztvrdlého betonu – Část 7: Objemová hmotnost ztvrdlého betonu možné použít několik metod. Vzhledem k tomu, že pro zkoušky používáme vzorky ve tvaru krychle, pro stanovení objemu tělesa je použita metoda výpočtem změřených skutečných rozměrů. Výpočet objemu se provádí dosazením naměřených délek do vzorce pro výpočet objemu zkušebního tělesa [24]:

$$V = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \quad (14)$$

V objem zkušebního tělesa (m³)

a_1, a_2, a_3 délky stran zkušební krychle (m)

Hmotnost zkušební krychle se stanoví zvážení tělesa s přesností 0,01 % hmotnosti vzorku. Hodnota m je zaznamenána. [24]

Výpočet objemové hmotnosti se provádí dosazením do vztahu [24]:

$$D = \frac{m}{V} \quad (15)$$

D objemová hmotnost zkušební tělesa (kg/m^3)

m hmotnost zkušební tělesa (kg)

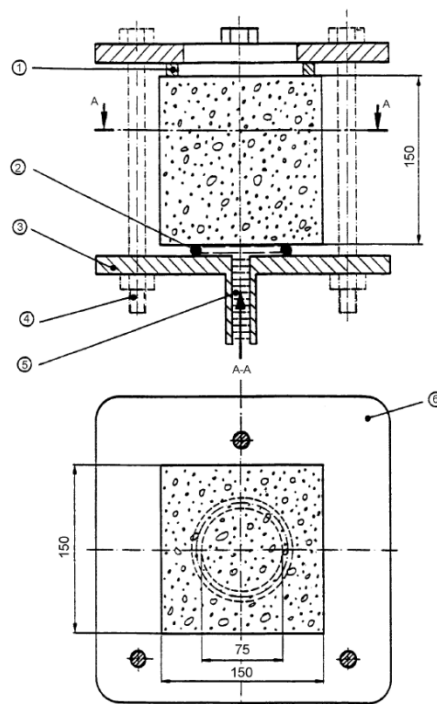
V objem zkušební tělesa (m^3)

Výsledná hodnota se zaokrouhluje na nejbližších 10 kg/m^3 .

Zkouška stanovení hloubky průsaku tlakové vody

Tato zkouška se provádí na základě normy ČSN EN 12390-8 Zkoušení ztvrdlého betonu – Část 8: Hloubka průsaku tlakovou vodou. Zkušební těleso tvaru krychle o délce strany 150 mm a stáří alespoň 28 dní se ihned po vyjmutí z formy upravuje – ocelovým kartáčem se zdrsňuje strana, na niž bude působit voda. Poté se těleso upne do zařízení, ve kterém může tlaková voda působit na zkoušenou plochu nepřetržitým vyvozováním tlaku, viz obr. 26. [25] Vyvíjí se tlak (500 ± 50) kPa po dobu (72 ± 2) hodin. Během zkoušky se kontroluje stav tělesa. Především se pozorují ostatní povrchy tělesa, zda se na nich nevyskytuje voda. V tomto případě by zkouška nebyla platná a tento výsledek by byl zaznamenán. [25]

Po ukončení zkoušky se krychle osuší a poté rozlomí v polovině kolmo k namáhané straně. Na lomové straně se označí hranice průsaku a největší hloubka průsaku se zaznamenává s přesností na milimetr. [25]



Obr. 26 Příklad uspořádání zkoušky hloubky průsaku (převzato z [25])

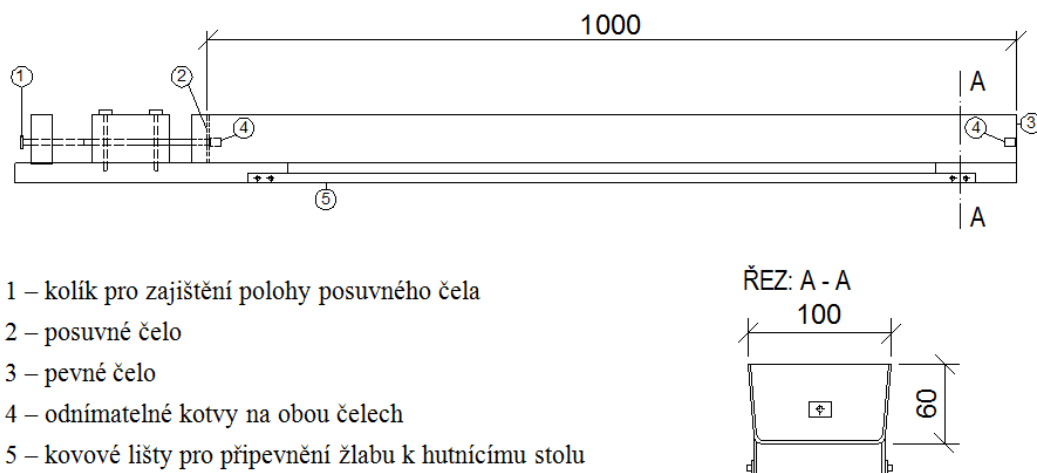
- 1 – opěrný kroužek, 2 – těsnící kroužek (pryžový segment), 3 – upevňovací deska,
4 – stahovací šroub, 5 – tlaková voda, 6 – upevňovací deska

Zkouška objemových změn ztvrdlého betonu

Zkouška objemových změn je standardně prováděna v souladu s normou ČSN 73 1320 Stanovení objemových změn betonu, vydaná 1.10.1988. Vzhledem k tomu, že u chování ocelářenské strusky z pohledu objemových změn se předpokládají významnější změny, je důležité sledovat tuto problematiku s větší důsledností. Předpokládá se, že výsledky těchto zkoušek mohou být výrazně odlišné u referenčního betonu a struskobetonů.

Proto se vzorky všech tří namíchaných betonů testovaly dle Standardního operačního postupu pro stanovení smršťování a nabývání betonu, který vypracoval Ústav stavebního zkušebnictví na fakultě stavební, Vysoké učení technické v Brně. Zkouška se provádí dvěma metodami měření. První začala ihned po namíchání čerstvé směsi a uložení do formy a druhá následovala přibližně po 6 dnech. [27]

Pro tyto zkoušky se používají speciální zkušební tělesa, která se vyrábí ve formách firmy Schleibinger. Tato forma je specifická nejen svými rozměry (obr. 27), ale také tím, že je možné měřit smrštění nebo nabývání i v počátečním stádiu tuhnutí. To umožňuje volně posuvné čelo, které se uvolňuje odstraněním zajišťovacího kolíku. [27]



Obr. 27 Upravený měřicí žlab firmy Schleibinger (převzato z [27])

Měřicí žlab umístíme na vodorovnou plochu, vnitřek žlabu se vykládá separační fólií a mezery mezi fólií a formou se zabezpečí vrstvou vazelíny, aby nedocházelo k zatékání betonu za fólii. Poté se forma naplní betonem v několika vrstvách tak, aby nevznikl přebytek. Každá vrstva se dostatečně zhutní a následně se povrch betonu zarovná (obr. 28). Takto naplněný žlab se umístí do speciální komory stabilizující prostředí (teplotu a vlhkost). V komoře je umístěna nádoba s vodou zajišťující vlhkost vyšší než 95 % (obr. 29). [27]

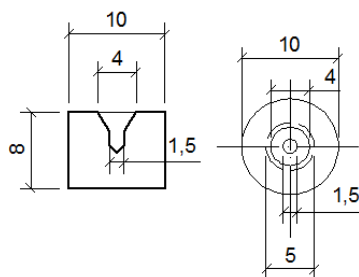


Obr. 28 Prázdná forma se separační fólií (vpravo) a naplněná forma betonem (vlevo)



Obr. 29 Speciální stabilizační komora se dvěma sadami forem

První část měření probíhá v komoře, kdy každých 15 minut dochází k zaznamenání teploty a hodnoty smrštění nebo rozpínání těles. V komoře jsme sledovali vzorky 6 dní. Měření pokračuje v laboratorních podmínkách na příložném deformetru. Odstraní se kraje tělesa a na jejich povrch se připevní terčíky do vzdálenosti 500 mm (obr. 30). Terče se lepí již v komoře pro plynulé navázání obou měření. Během měření je nutné zaznamenávat teplotu a vlhkost, ve kterých se tělesa nacházejí. [27]



Obr. 30 Měřící terč pro nalepení na povrch betonu (převzato z [27])

Pro každou zkoušku je doporučeno používat sadu alespoň tří zkušebních těles, v tomto případě jsme nuceni použít pouze sadu dvou zkušebních těles z důvodu nedostatku forem. Měření končí v okamžiku, kdy mezi předchozí a nově naměřenou hodnotou není zaznamenán rozdíl. [27]

Výpočet a vyjádření výsledků:

Z každého měření se stanoví hodnota smrštění popř. nabývání pomocí poměrného přetvoření $\varepsilon_{s,n}$. [27]

$$\varepsilon_{s,n} = \frac{\Delta z_n}{z_0} \cdot 1000 \quad (16)$$

$\varepsilon_{s,n}$ poměrné přetvoření (mm/m nebo ‰)

Δz_n délková změna měrné základny oproti výchozímu stavu, $\Delta z_n = z_n - z$ (mm)

z_n změřená délka měrné základny při zahájení měření (mm)

z změřená délka měrné základny v n-tý den tvrdnutí betonu (mm)

z_0 původní délka základny (mm)

Simulace urychleného stárnutí v extrémních podmínkách autoklávu

Toto měření bylo vzdáleně inspirováno zkušebními postupy pro stanovení objemu rozpínavosti ocelářské strusky stanovené v normě ČSN EN 1744-1+A1 Zkoušení chemických vlastností kameniva – Část 1: Chemický rozbor. Touto zkouškou se měří rozpínavost ocelářské strusky procentuálním zvětšením objemu působením extrémních podmínek v autoklávu.

Simulace urychleného stárnutí zkušebních těles se provedla v autoklávu firmy PÓROBETON Ostrava a.s. v Ostravě – Třebovicích (obr. 31). Po dobu přibližně 8,5 hodiny na zkušební tělesa stárí 35 až 38 dnů působila vodní pára o teplotě okolo 160°C a tlak 12 barů. Tělesa, která absolvovala simulaci urychleného stárnutí, se poté podrobila zkouškám pevnosti v tlaku a zkoušce objemových změn pro porovnání s výsledky za běžných podmínek.



Obr. 31 Autoklávy v areálu firmy PÓROBETON Ostrava a.s.

Zkouška mrazuvzdornosti ztvrdlého betonu

Poslední zkouškou, kterou se testovala zkušební tělesa, byla mrazuvzdornost T00 betonu dle normy ČSN 73 1322 - Stanovení mrazuvzdornosti betonu.

K této zkoušce je zapotřebí 1 sada trámčů (myšleno 3 ks), které budou zmrazovány a 1 sada trámčů, které zmrazovány nebudou, pro porovnávací účely. První sada se před zkouškou na tři dny namáčí ve vodě. Poté jsou tělesa vystavena po dobu 4 hodin mrazu mezi -15 až -20°C. Následuje rozmrazování ve vodní lázni o teplotě 15 až 20°C po dobu 2 hodin. Cyklus se opakuje 100 x. Zkouška se považuje za platnou, je-li hmotnostní úbytek zkoušených těles po ukončení zmrazovací etapy menší než 5 %. [17]

Na zmrazených i nezmrazených tělesech provedeme zkoušky pevnosti v tahu za ohybu. Na základě těchto výsledků se vypočítá součinitel mrazuvzdornosti jako poměr průměrných hodnot pevností zmrazovaných těles vůči nezmrazovaným. Aby beton vyhověl příslušnému počtu zmrazovacích cyklů (T100), nesmí být tento poměr menší než 75 %. [17]

5.2 Zhodnocení výsledků laboratorních zkoušek

I. Výsledky zkoušek čerstvého betonu

a. Konzistence čerstvého betonu

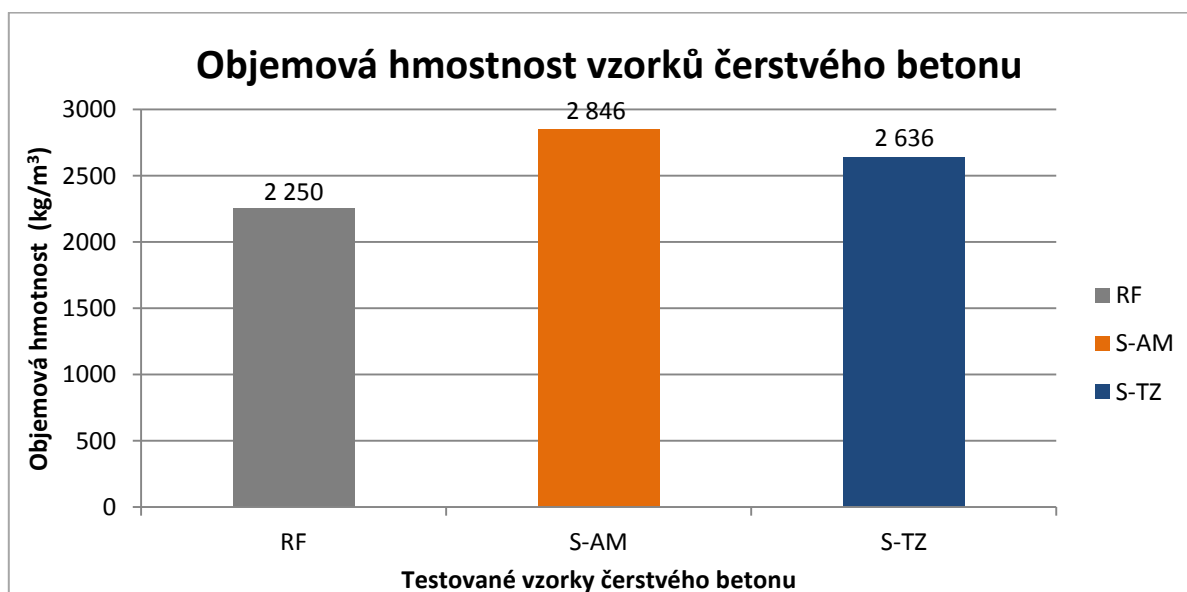
Tab. 12 Výsledky měření konsistence zkoumavých těles čerstvého betonu

Označení vzorku čerstvého betonu	RF	S-AM	S-TZ
Zkouška sednutím kužele (mm)	150	110	30
Stupeň dle ČSN EN 206-1	S3	S3	S1

Během této zkoušky bylo zjištěno, že referenční beton a struskobeton S-AM splnili požadavek na konzistenci stupně S3 (dle metody zkoušení sednutím kužele). Beton S-TZ měl konzistenci stupně S1, směs byla spíše zavlhlá a vykazovala horší zpracovatelnost než předchozí dvě směsi a to i přes přidání dodatečné záměsové vody.

Pozn.: V protokolech pro referenční beton (označení OCS1) a beton se struskou z ArcelorMittalu (označení OSC2) je u výsledků tisková chyba. Jsou zde uvedeny hodnoty sednutí kužele 50 mm místo 150 mm a 10 mm místo 110 mm.

b. Objemová hmotnost čerstvého betonu

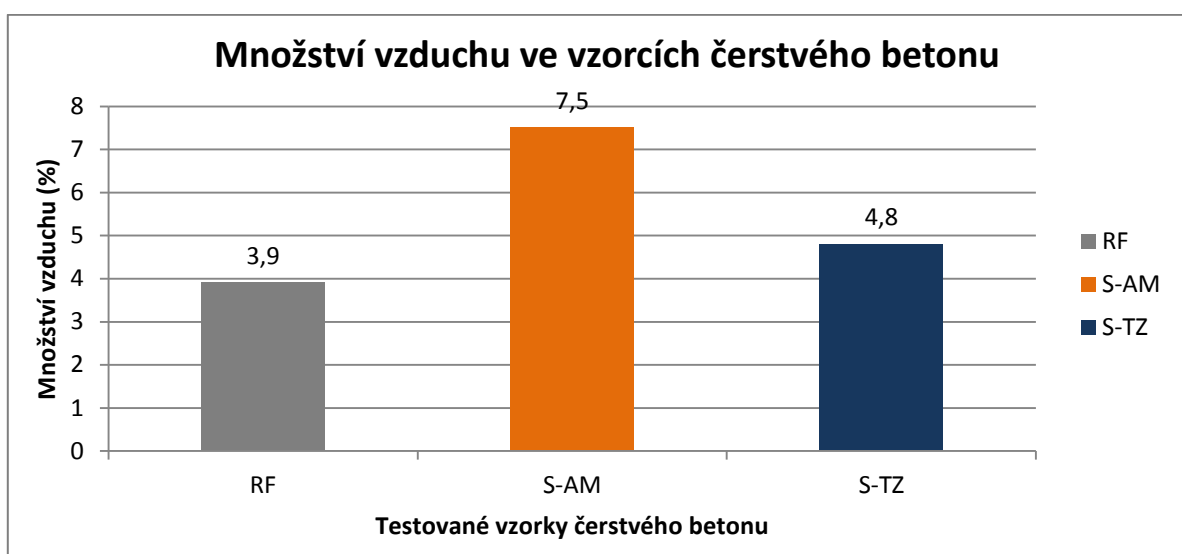


Graf 1 Srovnání výsledků objemové hmotnosti testovaných vzorků čerstvého betonu

Jedná se o průměrné hodnoty všech měřených těles. Z grafu 1 je patrná nejvyšší hodnota objemové hmotnosti u těles se struskou z ArcelorMittalu, druhou nejvyšší objemovou hmotnost měla zkušební tělesa se struskou z Třineckých železáren. Nejnižší hodnota byla naměřena u referenčního betonu.

Jako běžný beton lze považovat pouze beton referenční. Čerstvé betony S-AM a S-TZ již přesáhly hranici $2\,600\text{ kg/m}^3$ a patří mezi betony těžké. [6]

c. Množství vzduchu v čerstvém betonu



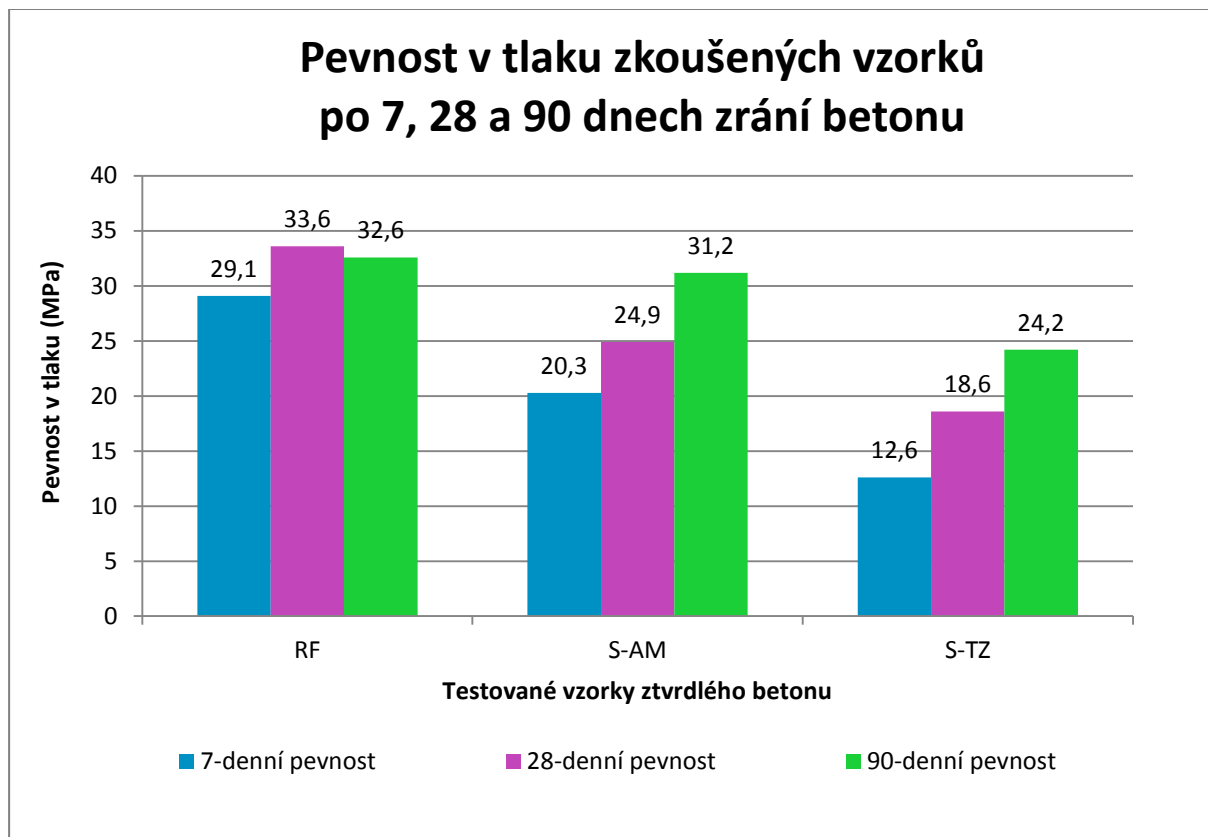
Graf 2 Srovnání obsahu vzduchu testovaných vzorků čerstvého betonu

Během tohoto měření jsme zjišťovali množství vzduchových dutin a pórů ve vzorcích čerstvého betonu. Obecně platí, že čím méně vzduchu je obsaženo ve směsi, tím lepší můžeme očekávat některé fyzikální vlastnosti (vyšší pevnost v tlaku, mrazuvzdornost, nižší nasákavost).

Výsledky zkoušky jsou uvedeny v grafu č. 2. Vzorek S-AM vykazoval nejvyšší množství vzduchu, následoval vzorek S-TZ a nejlepší výsledek byl u betonu RF, který obsahoval nejméně vzduchu.

II. Výsledky zkoušek ztvrdlého betonu

a. Pevnost v tlaku



Graf 3 Srovnání obsahu vzduchu testovaných vzorků ztvrdlého betonu

Graf 3 zobrazuje srovnání pevností v tlaku všech tří vzorků po 7, 28 a 90 dnech zrání betonu. Z grafu vyplývá, že porovnáme-li sedmidenní pevnost všech tří vzorků, nejvyšší pevnost měl vzorek RF, následoval vzorek S-AM z hodnotou 20,3 MPa a nejnižší pevnost měl vzorek S-TZ. Stejně pořadí výsledků lze konstatovat i u 28 denní pevnosti zkoumaných těles. U devadesátidenní pevnosti vykazuje nejvyšší pevnost opět referenční beton, nicméně struskobeton S-AM má tuto hodnotu nižší pouze nevýznamně. Nejhoršího výsledku dosáhl opět beton S-TZ s hodnotou pevnosti 24,2 MPa.

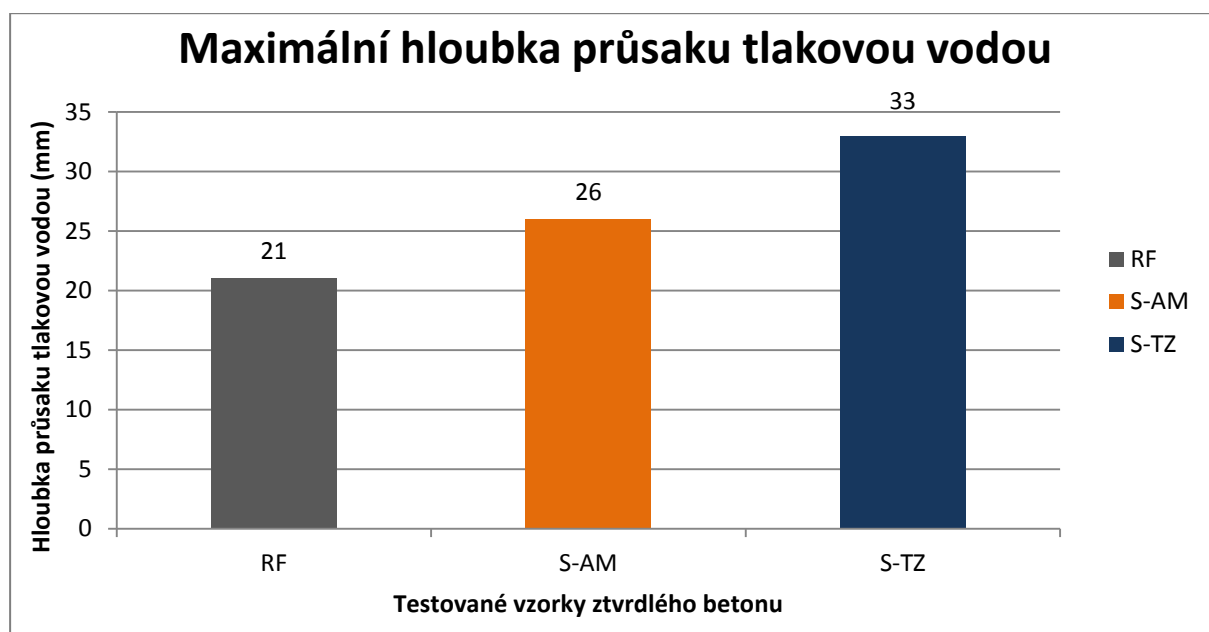
Vezmeme-li v únavu požadavek C25/30 a zhodnotíme-li charakteristické krychlené pevnosti vzorků po 28 dnech zrání, tento požadavek splňuje pouze referenční beton s pevností 33,6 MPa. Beton se struskou z ArcelorMittalu tento požadavek splnil po 90 dnech zrání s pevností 31,2 MPa. U betonu s třineckou struskou nebyla splněna podmínka s naměřenou

pevností v tlaku po 28 dnech 18,6 MPa a požadované pevnosti nedosáhla ani po 90 dnech zrání betonu s hodnotou 24,2 MPa.

V grafickém znázornění výsledků měření pevnosti v tlaku je u vzorků referenčního betonu patrná nižší pevnost po 90 dnech zrání než je pevnost naměřená po 28 dnech tvrdnutí betonu, což by za normálních podmínek nastat nemělo. Tento výsledek je pravděpodobně zapříčiněn nedostatečným množstvím vzorků, a jelikož se hodnoty liší pouze nepatrně, lze to považovat za nevýznamný rozdíl.

Protokoly o zkoušce pevnosti v tlaku ke všem zkušebním tělesům jsou přílohou č. 10 až 18.

b. Stanovení hloubky průsaku tlakovou vodou

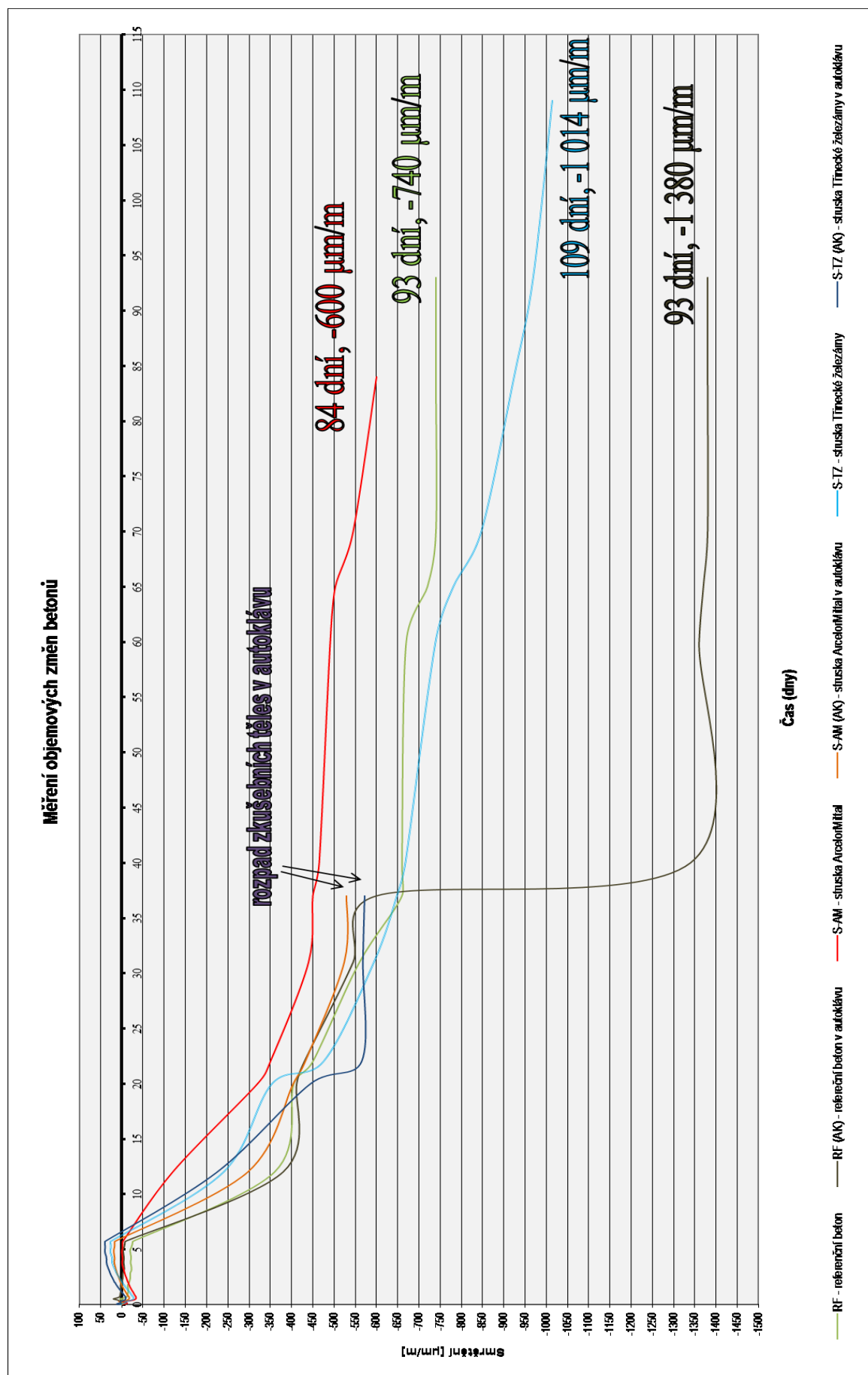


Graf 4 Srovnání hloubky průsaku tlakovou vodou testovaných vzorků ztvrdlého betonu

Z výsledků měření maximální hloubky průsaku tlakovou vodou je patrné, že nejmenší hloubka byla zaznamenána u referenčního betonu (graf 4). O něco hlouběji voda prosákla ve zkušebním vzorku se struskou z ArcelorMittalu a největší průsak byl naměřen ve vzorku se struskou z Třineckých železáren. Protokoly k této zkoušce tvoří přílohu č. 19, 20 a 21.

c. Zkouška objemových změn čerstvého a ztvrdlého betonu

Výsledky dlouhodobého měření smrštění či nabývání zkušebních těles zobrazuje graf 5.



Graf 5 Srovnání křivek objemových změn dvou sad vzorků – vzorků v běžném prostředí a vzorků vystavených urychlenému stárnutí v autoklávu

V grafu 5 jsou uvedeny výsledky měření smrštění či nabývání ve stabilizační komoře i výsledky měření pomocí příložného deformetru. Z uvedeného grafu vyplývá, že během prvních dní zrání betonu v komoře došlo u vzorků S-TZ k největšímu nabývání. K nabývání objemu docházelo také u jednoho vzorku S-AM, druhý vzorek i přes prvotní výrazné smrštění stále vykazoval záporné hodnoty. U obou vzorků RF je patrné počáteční smrštění bez významných výkyvů.

Po vyjmutí ze stabilizační komory došlo u všech vzorků k výraznějšímu smrštění vlivem odpařování volně vázané vody. V každé sadě byl jeden vzorek podroben urychlenému stárnutí v autoklávu ve stáří 35 až 38 dní. U zkušebních těles S-AM a S-TZ došlo k rozpadu během působení extrémních podmínek a další měření již nebylo možné. U tělesa RF z autoklávu je patrné významné smrštění oproti všem ostatním zkušebním tělesům.

Porovnáme-li zkušební tělesa, která nebyla vystavena urychlenému stárnutí, nejmenší smrštění je patrné u tělesa S-AM (0,6 mm/m), poté RF (0,74 mm/m) a největší u tělesa S-TZ (1,014 mm/m). Směs S-TZ měla největší extrémní hodnoty. Literatura uvádí [6], že jako normální smrštění lze považovat hodnoty kolem 0,7 mm/m. Smrštění přes 1 mm/m nelze považovat za uspokojivý výsledek.

d. Zkouška vlastností ztvrdlého betonu v prostředí simulující urychlené stárnutí

Byla vyrobena zkušební tělesa pro pevnost v tlaku a pro měření objemových změn, která vedle běžně prováděných zkoušek měla být vystavena prostředí simulující urychlené stárnutí zkušebních vzorků. Tyto hodnoty měly být porovnány mezi sebou a také měly být porovnány s hodnotami zkušebních těles, které tomuto prostředí vystaveny nebyly. Výsledky měření jsou uvedeny v tabulkách 13 a 14.

Tab. 13 Výsledky objemových změn zkušebních těles vystavených urychlenému stárnutí

Označení vzorku ztvrdlého betonu	RF	S-AM	S-TZ
Smrštění nebo nabývání (mm/m)	1,380	rozpad v autoklávu	rozpad v autoklávu

Porovnání pevnosti v tlaku zkušebních těles vystavených urychlenému stárnutí nebylo provedeno z důvodu úplného rozpadu zkušebních těles S-AM a S-TZ v autoklávu viz tabulka 14. Pevnost v tlaku referenčního betonu ve stáří 35 dní po vyjmutí z autoklávu činila 38 MPa.

Tab. 14 Výsledky pevnosti v tlaku zkušebních těles vystavených urychlenému stárnutí

Označení vzorku ztvrdlého betonu	RF	S-AM	S-TZ
Pevnost v tlaku (MPa)	38,0	rozpad v autoklávu	rozpad v autoklávu

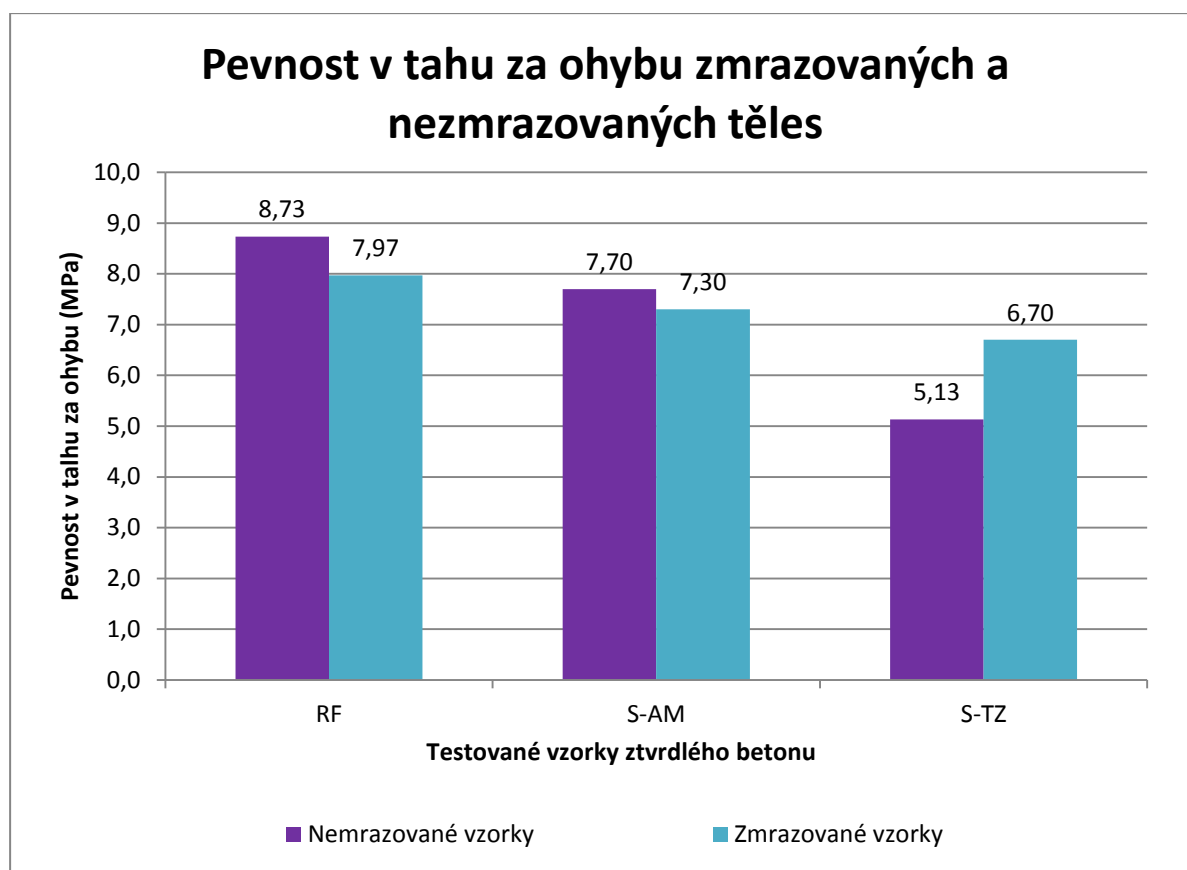
e. Zkouška mrazuvzdornosti

V tabulce 15 jsou uvedeny hodnoty a výpočty nutné k prověření splnění podmínek mrazuvzdornosti (T100) zkušebních těles dle normy ČSN 73 1322. Všechny tělesa splnily podmínky normy pro mrazuvzdornost (T100).

Tab. 15 Kritéria hodnotící platnost zkoušky mrazuvzdornosti dle ČSN 73 1322 a splnění podmínek mrazuvzdornosti T100 zkoumaných těles

Označení	RF			S-AM			S-TZ		
Číslo tělesa	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Hmotnost po nasycení* (kg)	0,6201	0,623	0,6227	0,7757	0,7805	0,7791	0,7556	0,7568	0,7613
Hmotnost po zmrazení* (kg)	0,6121	0,6154	0,6148	0,763	0,7693	0,7682	0,7419	0,7462	0,7502
Úbytek hmotnosti* (kg)	0,0080	0,0076	0,0079	0,0127	0,0112	0,0109	0,0137	0,0106	0,0111
Úbytek hmotnosti* (%)	1,3	1,2	1,3	1,6	1,4	1,4	1,8	1,4	1,5
Vyhovuje normě	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano
Pevnost v tahu za ohybu zmrazeného tělesa (MPa)	7,6	8,3	8	7,3	7,4	7,2	6,9	6,8	6,4
Pevnost v tahu za ohybu nezmrazeného tělesa (MPa)	8,3	8,7	9,2	7,4	7,9	7,8	5,3	4	6,1
Součinitel mrazuvzdornosti x100 (%)	91,6	95,4	87,0	98,6	93,7	92,3	130,2	170,0	104,9
Vyhovuje normě	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano

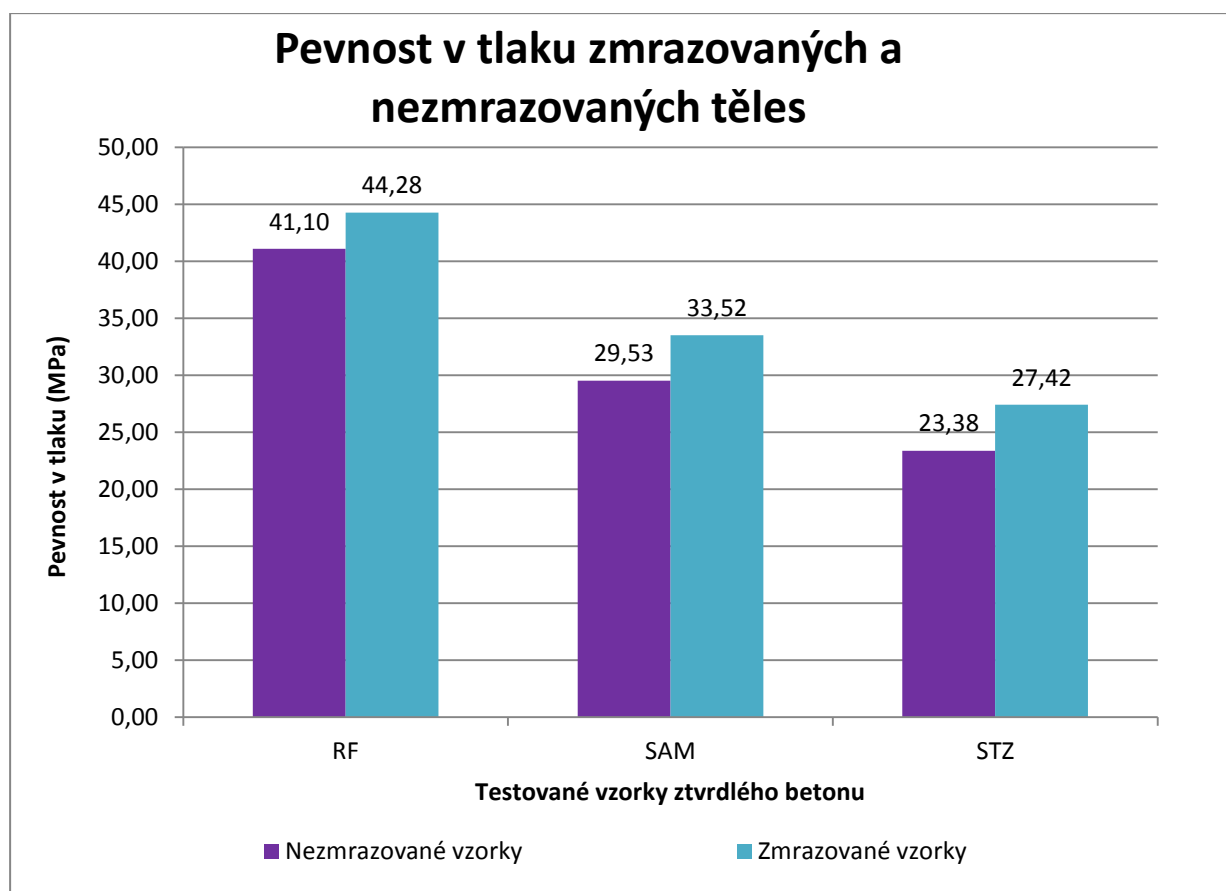
* zmrazovaného zkušebního tělesa



Graf 6 Srovnání výsledků měření pevnosti v tahu za ohybu zmrazovaných a nezmrazovaných zkušebních těles

V grafu 6 jsou srovnány výsledky měření pevnosti v tahu za ohybu zkušebních těles vystavených zmrazovacím cyklům a těles porovnávacích, které zmražené nebyly. Z tohoto grafu je patrné, že pevnosti v tahu na ohybu po provedení zkoušky jsou nejvyšší u vzorku RF s hodnotou 7,97 MPa, o něco méně bylo naměřeno u směsi S-AM (7,3 MPa) a nejnižší pevnost byla naměřena u těles S-TZ s hodnotou 6,7 MPa.

Zajímavý výsledek srovnání zmrazovaných a nezmrazovaných těles je možné vidět u vzorku S-TZ, kdy po provedení zkoušky mrazuvzdornosti byla naměřena vyšší hodnota pevnosti než u vzorku porovnávacího. Toto mohlo být způsobeno mnoha faktory především nedostatečným počtem zkušebních těles nebo špatným zhutněním porovnávacích těles případně nedostatečným ošetřováním těchto těles během zrání.



Graf 7 Srovnání výsledků měření pevnosti v tlaku zmrazovaných a nezmrazovaných zkušebních těles

Porovnání výsledků pevností v tlaku testovaných a porovnávacích těles zobrazuje graf 7. Nejvyšší pevnosti zmrazovaných těles dosáhl referenční beton (44,28 MPa), tělesa S-AM měli pevnost 33,52 MPa a nejhorší výsledek pevnosti byl u vzorku S-TZ s hodnotou 27,42 MPa.

Předpokladem této zkoušky bylo, že pevnost v tlaku zmrazovaných těles bude po provedení zkoušky nižší než u těles porovnávacích. Pravděpodobně však vlivem namočení zmrazovaných vzorků do vody došlo k dodatečné hydrataci cementu a k dodatečným hydratačním reakcím, které zvýšily pevnosti těchto těles.

Vyhodnocení sledovaných vlastností betonů s použitím ocelářenské strusky jako kameniva

V tabulce 16 jsou uvedeny naměřené parametry a jejich zhodnocení. Pokud byl výsledek sledovaného parametru v povolených mezích stanovené normy, byly mu přiděleny 3 body. V opačném případě mu bylo uděleno 0 bodů. V případě hodnot, které nemají určen mezní limit nebo jsou hodnoceny mezi sebou od nejlepšího výsledku po nejhorší, jsou přiděleny body takto: nejlepší výsledek 3 body, druhý v pořadí 2 body a poslední 1 bod. Na konci jsou body sečteny. Beton s nejlepšími parametry má nejvyšší počet bodů.

Tab. 16 Zhodnocení naměřených hodnot fyzikálních vlastností testovaných betonů

	RF		S-AM		S-TZ	
	výsledek měření	hodnocení	výsledek měření	hodnocení	výsledek měření	hodnocení
Konzistence	S3	3	S3	3	S1	0
Objemová hmotnost (kg/m ³)	2 250	3	2 846	1	2 636	2
Množství vzduchu (%)	3,9	3	7,5	1	4,8	2
Pevnost v tlaku - 7 dní (MPa)	29,1	3	20,6	2	12,6	1
Pevnost v tlaku - 28 dní (MPa)	33,6	3	24,9	2	18,6	1
Pevnosti v tlaku - 90 dní (MPa)	32,6	3	31,6	2	24,2	1
Pevnost v tlaku – autokláv (MPa)	38,0	3	rozpad	0	rozpad	0
Pevnost v tlaku – splnění kritéria C25/30	ano	3	ne	0	ne	0
Hloubka průsaku (mm)	21	3	26	2	33	1
Objemové změny (mm/m)	0,74	2	0,6	3	1,014	0
Objemové změny – autokláv (mm/m)	-1 380	3	rozpad	0	rozpad	0
Mrazuvzdornost – splnění kritérií	ano	3	ano	3	ano	3
Pevnost v tahu za ohybu zmraz. těles (MPa)	7,97	3	7,30	2	6,70	1
Pevnost v tlaku zmraz. těles (MPa)	44,28	3	33,52	2	27,42	1
Celkový počet bodů	41		23		13	

6. Závěr

Tato práce se zaměřila na použití odpadních hutních materiálů jako kameniva v čerstvých betonech.

Výsledky měření laboratorních zkoušek fyzikálních vlastností betonů s ocelářenskou struskou v porovnání s referenčním betonem vykazovaly nižší hodnoty ve většině sledovaných parametrů. Nelze však očekávat, že beton, v němž byl použit druhotný materiál, bude disponovat lepšími vlastnostmi než beton s přírodním kamenivem.

Neuspokojivý výsledek lze konstatovat u konzistence čerstvého betonu s třineckou struskou, která vzhledem k nevhodné granulometrii nesplnila požadovaný stupeň konzistence a ani se k němu neblížila.

Vysoká objemová hmotnost struskového kameniva předurčuje toto kamenivo pro použití především do těžkých betonů. Je také možná kombinace přírodního kameniva a ocelářské strusky doplňující frakce v optimálním poměru.

Pevnosti v tlaku po 28 dnech byly v porovnání s běžným betonem nižší, latentní hydraulická struskového kameniva však pevnost zvyšuje i po té. Po 90 dnech zrání vykazuje struska z ArcelorMittalu téměř stejnou hodnotu pevnosti jako beton referenční.

Vzorky by z hlediska hloubky průsaku tlakovou vodou splnily podmínky pro všechny stupně vlivu prostředí vyjma stupňů XD3 a XA3, kde je požadována maximální hloubka průsaku tlakovou vodou 20 mm.

Z celkového součtu výstupů lze konstatovat, že jako použitelné se jeví kamenivo z ocelářské strusky vyrobené v ocelárnách ArcelorMittal (splňující podmínky příslušné normy ČSN EN 12620). Do betonů s vyššími nároky je však toto kamenivo méně vhodné.

Ocelářská struska z Třineckých železáren se na základě neuspokojivých výsledků jako kamenivo do betonu nedoporučuje. Použitelná by mohla být v případě částečné náhrady běžného kameniva, což neřeší neutěšenou situaci jejího neustálého nárůstu.

Seznam použité literatury

- [1] ADÁMEK, Jiří, Bohumil NOVOTNÝ a Jan KOUKAL. *Stavební materiály*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 1997, 205 s. ISBN 80-214-0631-3.
- [2] BENDA, Miroslav, Alois HUTLA, Vladimír RACLAVSKÝ a Jiří SKÁLA. *Výroba oceli*. 2. vyd. Ostrava: Vysoká škola báňská, 1983, 279, 4 s.
- [3] BROŽ, Ludvík. *Hutnictví železa*. Vyd. 1. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1988, 460 s.
- [4] KRESTA, František a Rudolf ŠTEFEC. *Druhotné suroviny v dopravním stavitelství*. 1. vyd. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2012, 140 s. ISBN 978-80-248-2890-9.
- [5] KRET, Ján. *Recyklace odpadů v hutnictví železa*. 1. vyd. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2003, 87 s. ISBN 80-248-0511-1.
- [6] PYTLÍK, Petr. *Technologie betonu*. 2. vyd. Brno: VUTIUM, 2000, 390 s. ISBN 80-214-1647-5.
- [7] SVOBODA, Luboš. *Stavební hmoty*. 2. přeprac. a dopl. vyd. Bratislava: Jaga, 2007, 400 s. ISBN 978-80-8076-057-1.
- [8] VLČEK, Jozef, Jiří FIEDOR. *Průmyslové odpady Strusky z výroby železa a oceli*. 1. vyd. Ostrava: AMOS repro, 2015, 90 s. ISBN 978-80-260-7775-6.
- [9] ArcelorMittal a.s. <http://www.arcelormittal.cz/> [online]. [cit. 2015-11-20]. Dostupné z: <http://www.arcelormittal.cz/>
- [10] BRIO Hranice s.r.o. www.briohranice.cz [online]. [cit. 2015-10-04]. Dostupné z: <http://www.briohranice.cz/produkty/zarizeni-pro-zkousky-betonu/>
- [11] České vysoké učení technické v Praze, fakulta stavební. *Horninový mikrosvět: Vápenec* [online]. [cit. 2015-10-28]. Dostupné z: <http://departments.fsv.cvut.cz/k135/wwwold/webkurzy/mikro/vapenec.html>
- [12] Třinecké železářny a.s. © TRINECKÉ ŽELEZÁŘNY – MORAVIA STEEL [online]. [cit. 2015-11-22]. Dostupné z: <http://www.trz.cz/>
- [13] Výroba surového železa: Obr.9 Vysoká pec. *Učíme v prostoru: Encyklopedie - Drtič kamene* [online]. [cit. 2015-11-27]. Dostupné z: http://uvp3d.cz/drtic/?page_id=2787
- [14] *Wikipedie: Otevřená encyklopedie: ArcelorMittal Ostrava* [online]. c2015 [citováno 2015-11-14]. Dostupný z WWW: <https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=ArcelorMittal_Ostrava&oldid=12933378>

- [15] *Wikipedie: Otevřená encyklopedie: Struska* [online]. c2015 [citováno 2015-10-28]. Dostupný z WWW: <<https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Struska&oldid=12893881>>
- [16] *Wikipedie: Otevřená encyklopedie: Třinecké železářny* [online]. c2015 [citováno 2015-11-20]. Dostupný z WWW: <https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=T%C5%99ineck%C3%A9_%C5%BEelez%C3%A1rny&oldid=12624147>
- [17] ČSN 73 1322. *Stanovení mrazuvzdornosti betonu*. Praha: Úřad pro normalizaci a měření, 1968
- [18] ČSN EN 12350-2. *Zkoušení čerstvého betonu – Část 2: Zkouška sednutím*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009
- [19] ČSN EN 12350-6. *Zkoušení čerstvého betonu – Část 6: Objemová hmotnost*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009
- [20] ČSN EN 12350-7. *Zkoušení čerstvého betonu – Část 7: Obsah vzduchu – Tlakové metody*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009
- [21] ČSN EN 12390-1. *Zkoušení ztvrdlého betonu – Část: Tvar, rozměry a jiné požadavky na zkušební tělesa a formy*. Praha: Český normalizační institut, 2001
- [22] ČSN EN 12390-2. *Zkoušení ztvrdlého betonu – Část 2: Výroba a ošetřování zkušebních těles pro zkoušky pevnosti*. Praha: Český normalizační institut, 2001
- [23] ČSN EN 12390-3. *Zkoušení ztvrdlého betonu – Část 3: Pevnost v tlaku zkušebních těles*. Praha: Český normalizační institut, 2002
- [24] ČSN EN 12390-7. *Zkoušení ztvrdlého betonu – Část 7: Objemová hmotnost ztvrdlého betonu*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009
- [25] ČSN EN 12390-8. *Zkoušení ztvrdlého betonu – Část 8: Hloubka průsaku tlakovou vodou*. Praha: Český normalizační institut, 2001
- [26] ČSN EN 206. *Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014
- [27] KUCHARCZYKOVÁ, Barbara, Tomáš VYMAZAL, Petr DANĚK, Petr MISÁK a Ondřej POSPÍCHAL. ÚSTAV STAVEBNÍHO ZKUŠEBNICTVÍ, Fakulta Stavební, Vysoké učení technické v Brně. *Standardní operační postup pro stanovení smršťování a nabývání betonu*. Brno, 2009
- [28] TP 138. *Užití struskového kameniva do pozemních komunikací*. Brno: Vysoké učení technické, fakulta stavební, Ústav pozemních komunikací, 2011

Seznam obrázků

Obr. 1 Schéma hutnické výroby	8
Obr. 2 Vápenec.....	9
Obr. 3 Schéma vysoké pece	10
Obr. 4 Fázový diagram železo – kyslík (výřez)	11
Obr. 5 Pojízdny míšič na přepravu surového železa	12
Obr. 6 Princip tandemového pochodu.....	14
Obr. 7 Uspořádání kyslíkového konvertoru a základního příslušenství.....	14
Obr. 8 Ocelářská struska	18
Obr. 9 Ternární diagram typické strusky	19
Obr. 10 Porovnání objemových změn v řadě $\text{CaO} - \text{Ca(OH)}_2 - \text{CaCO}_3$ a $\text{MgO} - \text{Mg(OH)}_2 - \text{MgCO}_3$	21
Obr. 11 Křivky zrnitosti ocelářské strusky z odvalu Hrabová	23
Obr. 12 Křivky zrnitosti vzorků ocelářské strusky z aktivní zóny stavby dálnice D4709.2 ..	23
Obr. 13 ArcelorMittal – dva z provozů: ocelárna (vlevo) a energetika (vpravo).....	28
Obr. 14 Kyslíková konvertorová ocelárna Třineckých železáren	29
Obr. 15 Vodorovná podkladní deska, forma ve tvaru komolého kužele a násypka.....	32
Obr. 16 Měření sednutí.....	33
Obr. 17 Tvary sednutí.....	33
Obr. 18 Příprava vzorku pro stanovení objemové hmotnosti.....	34
Obr. 19 Přístroj použitý pro měření vzduchu v čerstvém betonu.....	35
Obr. 20 Schéma přístroje pro měření vzduchu tlakoměrnou metodou	36
Obr. 21 Natírání formy separačním prostředkem.....	37
Obr. 22 Forma pro zkušební krychli s čerstvým betonem o rozměrech 150x150x150 mm	37
Obr. 23 Zkušební lis se zkušebním vzorkem pro sedmidenní pevnost	38
Obr. 24 Vyhovující způsoby porušení zkušebních krychlí	38
Obr. 25 Příklady některých nevyhovujících způsobů porušení zkušebních krychlí	39
Obr. 26 Příklad uspořádání zkoušky hloubky průsaku	41
Obr. 27 Upravený měřicí žlab firmy Schleibinger	42
Obr. 28 Prázdná forma se separační fólií (vpravo) a naplněná forma betonem (vlevo)	42
Obr. 29 Speciální stabilizační komora se dvěma sadami forem	43
Obr. 30 Měřicí terč pro nalepení na povrch betonu	43
Obr. 31 Autoklávy v areálu firmy PÓROBETON Ostrava a.s.	44

Seznam tabulek

Tab. 1 Základní druhy strusek z metalurgie železa a oceli a základní struskové produkty	17
Tab. 2 Charakteristické složení ocelářských strusek.....	18
Tab. 3 Minerály obvykle přítomné v ocelářských struskách.....	19
Tab. 4 Charakteristické hodnoty objemové a sypné hmotnosti ocelářských strusek	22
Tab. 5 Doporučené fyzikálně-mechanické vlastnosti vedlejších produktů hutní výroby	24
Tab. 6 Výrobní produkce za rok 2013	27
Tab. 7 Průměrné složení strusky z tandemové pece ArcelorMittal Ostrava a.s., 2006	28
Tab. 8 Průměrné složení lité konvertorové strusky, Třinecké železářny, a.s, rok 2006	29
Tab. 9 Složení betonových směsí pro testování vlastností.....	30
Tab. 10 Přehled zkoušek testovaných zkušebních sad betonu	31
Tab. 11 Klasifikační kritéria pro zvolení stupně sednutí S1 až S5	33
Tab. 12 Výsledky měření konsistence zkoumavých těles čerstvého betonu.....	46
Tab. 13 Výsledky objemový změn zkušebních těles vystavených urychlenému stárnutí	51
Tab. 14 Výsledky pevnosti tlaku zkušebních těles vystavených urychlenému stárnutí.....	52
Tab. 15 Kritéria hodnotící platnost zkoušky mrazuvzdornosti dle ČSN 73 1322 a splnění podmínek mrazuvzdornosti T100 zkoumaných těles	52
Tab. 16 Zhodnocení naměřených hodnot fyzikálních vlastností testovaných betonů.....	55

Seznam grafů

Graf 1 Srovnání výsledků objemové hmotnosti testovaných vzorků čerstvého betonu	46
Graf 2 Srovnání obsahu vzduchu testovaných vzorků čerstvého betonu.....	47
Graf 3 Srovnání obsahu vzduchu testovaných vzorků čerstvého betonu.....	48
Graf 4 Srovnání hloubky průsaku tlakovou vodou testovaných vzorků čerstvého betonu.....	49
Graf 5 Srovnání křivek objemových změn dvou sad vzorků – vzorků v běžném prostředí a vzorků vystavených urychlenému stárnutí v autoklávu.....	50
Graf 6 Srovnání výsledků měření pevnosti v tahu za ohybu zmrazovaných a nezmrazovaných zkušebních těles	53
Graf 7 Srovnání výsledků měření pevnosti v tlaku zmrazovaných a nezmrazovaných zkušebních těles	54

Seznam příloh

- Příloha 1 Prohlášení o shodě ke kamenivu z ocelářenské strusky firmy ArcelorMittal a.s.
- Příloha 2 Protokol - zrnitostní křivka kameniva z ocelářenské strusky ArcelorMittal a.s.
- Příloha 3 Prohlášení o shodě k lité konvertorové strusce z Třineckých železáren a.s.
- Příloha 4 Prohlášení o shodě – přírodní těžené kamenivo z provozovny Tovačov
- Příloha 5 Protokol - zrnitostní křivka kameniva přírodního kameniva frakce 0-4
- Příloha 6 Protokol - zrnitostní křivka kameniva přírodního kameniva frakce 4-8
- Příloha 7 Složení receptury referenčního betonu C25/30 X0 S3
- Příloha 8 Složení receptury betonu s ocelářenskou struskou z ArcelorMittalu
- Příloha 9 Složení receptury betonu s ocelářenskou struskou z Třineckých železáren
- Příloha 10 Protokol - referenční beton - pevnost v tlaku po 7 dnech
- Příloha 11 Protokol - referenční beton - pevnost v tlaku po 28 dnech
- Příloha 12 Protokol - referenční beton - pevnost v tlaku po 90 dnech
- Příloha 13 Protokol – beton se struskou ArcelorMittal - pevnost v tlaku po 7 dnech
- Příloha 14 Protokol – beton se struskou ArcelorMittal - pevnost v tlaku po 28 dnech
- Příloha 15 Protokol – beton se struskou ArcelorMittal - pevnost v tlaku po 90 dnech
- Příloha 16 Protokol – beton se struskou Třineckých železáren - pevnost v tlaku po 7 dnech
- Příloha 17 Protokol – beton se struskou Třineckých železáren - pevnost v tlaku po 28 dnech
- Příloha 18 Protokol – beton se struskou Třineckých železáren - pevnost v tlaku po 90 dnech
- Příloha 19 Protokol - referenční beton – hloubka průsaku tlakovou vodou
- Příloha 20 Protokol – beton se struskou ArcelorMittal - hloubka průsaku tlakovou vodou
- Příloha 21 Protokol – beton se struskou Třinecké železářny - hloubka průsaku tlakovou vodou

Prohlášení o Vlastnostech

(v souladu s nařízením EU č. 305/2011)

č. AMOS-090-CPR-2013-07-01

Umělé těžké kamenivo z ocelářské strusky – frakce 0-8 mm v souladu s EN 13242+A1

Kamenivo pro povrchové vrstvy pozemních komunikací a jiných dopravních ploch, kamenivo pro nestmelené směsi, pro zimní posyp komunikací.

ArcelorMittal Ostrava a.s., Vratimovská 689, 707 02 Ostrava-Kunčice, Czech Republic, Tel: +(420) 595 681 111, www.arcelormittal.cz

Systém posuzování a ověřování stálosti vlastností výrobku
Systém posouzení shody 4

Notifikovaný certifikační orgán č. 1020 Technického a zkušebního ústavu stavebního Praha (TZUS) provedl úvodní kontrolu výrobního závodu a řízení výroby tohoto závodu a vydal Protokol č. 7 – 256-915 o počátečních zkouškách kameniva frakce 0/8, a následně protokoly o pravidelných ročních zkouškách.

Vlastnosti výrobku jsou v souladu s deklarovanými vlastnostmi v tabulce. Toto prohlášení o vlastnostech se vydává na výhradní odpovědnost výrobce.

Podepsáno za výrobce a jeho jménem:

Ing. František Kubicek
Ředitel závodu 13 – Ocelárna

Ostrava 01.07.2013

Základní charakteristika	Vlastnost		Kategorie dle ČSN EN 13242 + A1	Harmonizovaná technická specifikace
	Zkušební postup	Výsledky zkoušek		
Zrnitost frakce	dle ČSN EN 933 - 1		G ₈₅	EN 13242+A1
Objemová hmotnost	dle ČSN EN 1097-6	$\rho_a = 3,77 \text{ (Mg} \cdot \text{m}^{-3})$	ρ_a , deklarovaná = 3,88	
Sypná hmotnost	dle ČSN EN 1097-3	$\rho_b = 1,75 \pm 0,3 \text{ (Mg} \cdot \text{m}^{-3})$	ρ_b , deklarovaná = 1,8	
Nasákavost vodou	dle ČSN EN 1097-6	-	neprovádí se	
Odolnost proti drcení	dle ČSN EN 1097-2	$^{228}\text{Tn} = <40$	neprovádí se	
Radioaktivní záření	dle vyhlášky SÚJB č. 307/2002 ve znění 499/2005 Sb. pro použití ve stavbách s obytnými nebo pobytovými místnostmi	$^{40}\text{K} = <30$	mezí hodnota	
		$^{226}\text{Ra} = <40$	^{226}Ra , max. 300 Bq/kg	
		$1.1 \pm 0.1 \%$ hmotnosti	f_2	
Obsah jemných částic	dle ČSN EN 933 - 1			
Odolnost kameniva proti zmrazování a rozmrazování	dle ČSN EN 1367-1	-	neprovádí se	
Obsah síranů rozpustných v kyselině	dle ČSN EN 1744-1	$0.17 \pm 0.01 \%$ hmotnosti	AS_{10}	
Obsah celkové síry S		$0.064 \pm 0.012 \%$ hmotnosti	S_2	
Obsah chloridů		$0.006 \pm 0.001 \%$ hmotnosti	deklarovaná hodnota	
Stanovení měrné hmotnosti fileru	dle ČSN EN 1097-7	$\rho_f = 3,79 \pm 0.30 \text{ (Mg} \cdot \text{m}^{-3})$	ρ_f , deklar. = 3,88	



ArcelorMittal



ArcelorMittal Ostrava a.s.
Vratimovská 689
707 02 Ostrava-Kunčice, Czech Republic
Tel: +(420) 595 681 111
www.arcelormittal.cz

08

AMOS-090-CPR-2013-07-01

EN 13242+A¹: 2007

Umělé těžké kamenivo z ocelářenské strusky – frakce 0–8 mm

Kamenivo pro povrchové vrstvy pozemních komunikací a jiných
dopravních ploch, kamenivo pro nestmelené směsi, pro zimní posyp
komunikací.

Zrnitost frakce
Sypná hmotnost
Objemová hmotnost
Radioaktivní záření
Obsah jemných částic
Obsah síranů rozpust. v kyselině
Obsah celkové síry S
Obsah chloridů
Stanovení měrné hmotnosti fileru

Hodnoty uvedeny v Prohlášení o
Vlastnostech

Nebezpečné látky: nejsou stanoveny

BETOTECH, s.r.o., Beroun 660, 266 01 BEROUN

zkušební laboratoř Ostrava, Místecká 1121, 703 83 Ostrava - Vítkovice

zkušební laboratoř číslo: 1195.2 akreditovaná ČIA

Objednatel: BETOTECH, s.r.o., Beroun 660, 266 01 Beroun, pracoviště Ostrava

Objednávka: interní objednávka

Provozovna: Ostrava - Kunčičky

Frakce: 0/8

Druh kameniva: ocelářská struska

Strana 1

Počet stran protokolu: 1

Výtisk číslo:

Datum odběru: 2.4.13

Datum převzetí: 2.4.13

Datum zkoušky: 2.4.13

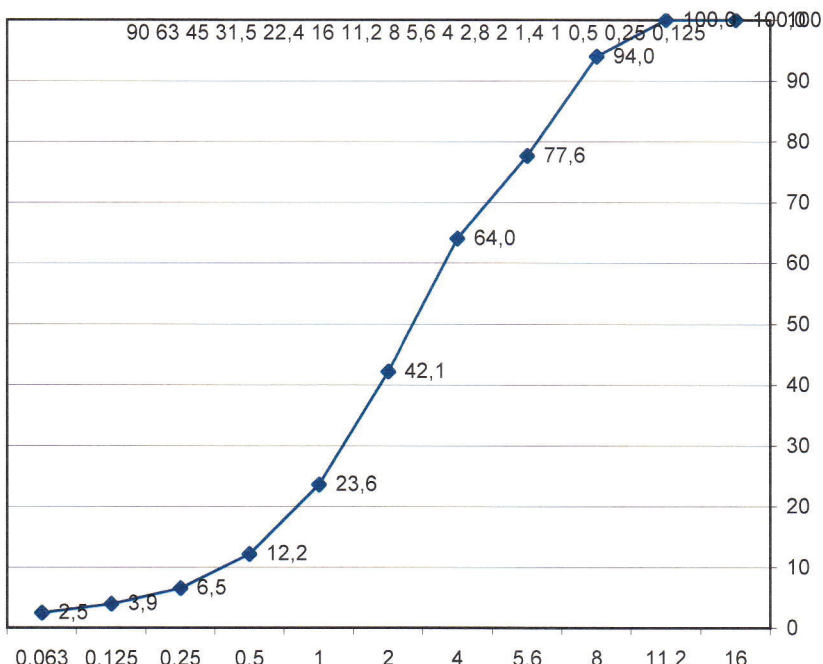
Protokol číslo: 001/kzp/13

Stanovení zrnitosti kameniva

Identifikace zkušební metody: ČSN EN 933-1, čl. 7, 8

(praní a pros.) Akreditovaný postup: ano

Síto	Jednotka	Zbytek na síte	Propad sítem	Nejistota měření
90	% hm.			
63	% hm.			
45	% hm.			
31,5	% hm.			
22,4	% hm.			
16	% hm.	0,0	100,0	5,0
11,2	% hm.	0,0	100,0	5,0
8	% hm.	6,0	94,0	4,7
5,6	% hm.	16,3	77,6	3,9
4	% hm.	13,6	64,0	3,2
2,8	% hm.			
2	% hm.	21,9	42,1	2,2
1,4	% hm.			
1	% hm.	18,5	23,6	1,2
0,5	% hm.	11,4	12,2	0,7
0,25	% hm.	5,7	6,5	0,4
0,125	% hm.	2,6	3,9	0,2
0,063	% hm.	1,5	2,5	0,2



Vlastnost kameniva	Identifikace metody	Jednotka	Hodnota	Nejistota měření	Akredit. postup
Jemné částice (f)	ČSN EN 933-1, čl. 7, 8	% hm.	2,5	0,2	ano
Určení tvaru zrn (SI)	ČSN EN 933-4, čl. 7, 8	% hm.			ano
Index plochosti (FI)	ČSN EN 933-3	% hm.			
Podíl drcených zrn TK	ČSN EN 933-5	% hm.			
Cizorodé částice	ČSN 72 1180	% hm.			
Podíl ostrohranných zrn	ČSN EN 933-5	% hm.			
Stanovení nasákavosti (WA ₂₄)	ČSN EN 1097-6, čl. 8, 9	% hm.			ano
Otlukovost (LA)	ČSN EN 1097-2	% hm.			
Trvanlivost	ČSN 72 1176	% hm.			ano
Mrázuvzdornost (F)	ČSN EN 1367-1	% hm.			
Stanovení obsahu humusovitých částí	ČSN EN 1744-1, čl. 15.1	-			ano
Jakost jemných částic (MZ _{NV})	ČSN 72 1187	% hm.			
Jakost jemných částic (MB _F)	ČSN EN 933-9	g/kg			
Stanovení objemové hmotnosti	ČSN EN 1097-6, čl. 8, 9	Mg/m ³	3830		ano
Stanovení sypné hmotnosti	ČSN EN 1097-3, čl. 7, 8	Mg/m ³			ano
Hmotnost setřesená	ČSN EN 1097-3	Mg/m ³			
Stanovení mezerovitosti	ČSN EN 1097-3, čl. 7, 8	%			ano
Stanovení vlhkosti	ČSN EN 1097-5, čl. 7, 8	% hm.	0,9	0,1	ano

Zrnitostní rozbor kameniva

Velikost otvorů sít	Hodnota
2D	16
1,4D	11,2
D	8
D/1,4	
D/2	
d	
d/2	

Uvedené rozšířené nejistoty měření jsou součinem standardních nejistot měření a koeficientu rozšíření K=2, což pro normální rozdělení odpovídá pravděpodobnosti pokrytí cca 95 %. Standardní nejistota měření byla určena v souladu s dokumentem EA-4/02; EA-4/16. Uvedená nejistota měření nezahrnuje nejistotu vzorkování.

Vzorkování provedl: zástupce objednatele

Místo odběru : dopravní prostředek - Arcelor Mittal a.s.

Poznámka: - záznam o odběru vzorku kameniva č.031/0243/13.

Úprava vzorku před zkouškou: vzorek zmenšen kvartací

Zkoušku provedl: Jakubková

Výsledky zkoušek se týkají pouze zkoušených vzorků. Bez písemného souhlasu laboratoře nesmí být protokol reprodukován jinak než celek.

Ostrava, dne: 2.4.13

Za vystavení protokolu odpovídá: Ing.Václav Tělecký, techn. ved. laboratoře

**PROHLÁŠENÍ O SHODĚ**

(v souladu s ISO/IEC 17050-1)

číslo: VS/PS/15/02

Výrobce: **TŘINECKÉ ŽELEZÁRNY, a.s.**
Provoz VS – Druhotné suroviny
Průmyslová 1000
739 61 TŘINEC- Staré Město

Společnost zapsaná v obchodním rejstříku Krajského soudu v Ostravě, oddíl B, vložka 146.

IČ: 18050646, DIČ: CZ699002812

Výrobek: **Litá konvertorová struska (LKS)**

Typ výrobku: **LKS d/D dle PN TŽ 72 2010,**
kde „d“ je rozměr nejmenšího a „D“ rozměr největšího zrna LKS, udaný v milimetrech.

Použití výrobku: LKS je určena pro použití jako součást vsázky k výrobě surového železa ve vysokých pecích, je rovněž určena výrobcům cementu a tepelně-izolačních materiálů nebo jiným odběratelům pro specifické využití jejího chemického složení či pevnostních a granulometrických vlastností dodávaného materiálu (mj. např. jako posypový materiál k zimnímu posypu komunikací nebo součást pryskyřičných povrchů sportovních areálů, součást konstrukčních vrstev polních cest, násypy, zásypy, obsypy inženýrských sítí, a pod.).

Pozn.: LKS není doporučováno používat jako kamenivo pro stavební účely (do betonů a malt).

Základní informace o výrobku viz str. 2.

Výrobce prohlašuje a potvrzuje na svou výlučnou odpovědnost, že pro uvedený výrobek bylo provedeno posouzení shody vlastností s požadavky technických předpisů.

Technické předpisy použité při posouzení shody:

PN TŽ 72 2010, revize č. 1 s účinností od 1.9.2013

Použitý způsob posouzení shody: Posouzení shody je zajišťováno dle § 12 odst. (3) písmeno f) zák. č. 22/1977 Sb., konkrétně ověřováním statisticky vybraného vzorku výrobku na shodu se stanovenými požadavky, prováděném výrobcem. Je zajištěna průběžná výrobní kontrola kvality výrobku laboratořemi výrobce i externími laboratořemi.

Identifikační údaje dokladů o zkouškách a posouzení shody:

Protokoly o zkoušce (chemické složení)	č. CZ/2015/10195-7	ze dne: 29.09.2015	vydaný: AL č.1609 Enviform
Protokol o zkoušce (radiace)	č. RI-046/15	ze dne: 21.04.2015	vydaný: ZL č. 1053 VÚHŽ a. s.
Protokol o zkoušce (výluh)	č. PR1513686	ze dne: 18.03.2015	vydaný: AL č. 1163 ALS GROUP
Protokol o zkoušce (ekotoxikita)	č. PR1513635	ze dne: 20.03.2015	vydaný: AL č. 1163 ALS GROUP
Bezpečnostní list pro "Litá konvertorová struska"		ze dne: 31.10.2013	vydaný: TŽ, a. s.

Technická dokumentace výrobku je průběžně doplňována zprávami laboratoří o vyhodnocení dohledů nebo kontrol. Veškeré protokoly jsou zákazníkům k dispozici na vyžádání.

Výrobce TŘINECKÉ ŽELEZÁRNY, a.s. potvrzuje, že vlastnosti výrobku splňují základní požadavky uvedených technických předpisů, a že výrobek je za podmínek obvyklého, výrobcem určeného použití bezpečný. Výrobce přijal opatření, kterými zabezpečuje shodu všech výrobků uváděných na trh s technickou dokumentací a se základními požadavky.

V Třinci dne 1.10.2015



TŘINECKÉ ŽELEZÁRNY, a.s.
Průmyslová 1000, Staré Město
739 61 Třinec 100

Ing. Jirí Konderla
Ved. provozu VS – Druhotné suroviny

**Základní informace o výrobku****Litá konvertorová struska (LKS)
dle podnikové normy PN TŽ 72 2010****1. VŠEOBECNĚ**

1.1 LKS vzniká jako vedlejší produkt při výrobě oceli v konvertoru. Žhavá tekutá struska je po odlití oceli z konvertoru vylita do struskových pánví a v nich převezena na středisko NSH (Nové Struskové Hospodářství). Na NSH je struska přelita ze struskových pánví do vyčleněného chladicího pole a chladicím účinkem ovzduší, v kombinaci s postřikem z vodních děl, je zchlazena. Vylévání strusky, její chlazení, rozrušování, separace případných ocelových slitků a těžba se provádí v souladu se základním technologickým předpisem (ZTP) č. ZTP VS – 04 „Práce na NSH“.

1.2 Po zpracování na NSH je LKS převezena na struskoviště střediska „Mlýnice strusky“ (VSvm). Zpracování LKS je podřízeno dokumentu ZTP VS – 06 „Práce na VSvm“ a návazným technickým a technologickým předpisům, které zajišťují aby výroba zabezpečila požadavky zákazníka na parametry dodávané LKS, především z hlediska chemického složení a zrnitosti požadované frakce.

1.3 Označování výrobku:

Litá konvertorová struska (LKS), frakce d/D, podle PN TŽ 72 2010,

kde „d“ je rozměr nejmenšího a „D“ rozměr největšího zrna LKS, udaný v milimetrech.

Příklady: LKS 0/8 dle PN TŽ 72 2010, LKS 16/63 dle PN TŽ 72 2010

1.4 LKS je běžně vyráběna a dodávána v následujících frakcích:

0/8, 8/11, 11/22, 16/63.

2. TECHNICKÉ POŽADAVKY

2.1 Chemický rozbor v sušině ze sesypného dekádního vzorku:

Závazně		Orientačně	
		Φ – Průměr (%)	σ – Odchylka
Fe _{celk.}	min. 19 %	24,9	1,52
SiO ₂	min. 9,7 %	11,2	0,73
Al ₂ O ₃	min. 1,7 %	2,1	0,27
CaO	min. 33 %	35,7	1,54
Obsah volného CaO		3 – 9 %	
MgO	min. 7 %	9,9	0,73
P ₂ O ₅	max. 1,4 %	1,1	0,08
S	max. 0,2 %	0,1	0,01
Cr ₂ O ₃	max. 1,2 %	0,9	0,09
Zn	max. 0,02 %	0,003	0,001
MnO	max. 6 %	4,3	0,25

2.2 Obsah H₂O /vlhkost/: max. 10%.

2.3 Sypná hmotnost: 1600-2200 kg.m⁻³

2.4 Cizorodé částice: max. 0,5 %

2.5 Zrnitost:

Nadsítné na síť D max. 15 %, propad sítem nejbližší vyšším 100 %

Podsítné na síť d max. 15 %.

2.6 Index hmotnostní aktivity < 1

ES PROHLÁŠENÍ O SHODĚ

zpracované ve smyslu § 13 zákona č. 22/1997 Sb. o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů ve znění pozdějších předpisů a § 5 nařízení vlády č. 190/2002 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na stavební výrobky označované CE ve znění pozdějších předpisů

Výrobce:

Českomoravský štěrk, a.s.
Mokrá 359
664 04 MOKRÁ
IČ: 25502247

Provozovna

TOVAČOV

Výrobek: přírodní těžené kamenivo

Přehled harmonizovaných technických specifikací, se kterými jsou výrobky v souladu:

- ČSN EN 12620+A1 v p.z.: Kamenivo do betonu
Výrobky: 0/2, 0/4, 0/4S, 4/8, 8/16, 16/32, 0/8, 0/22
- ČSN EN 13139 v p.z.: Kamenivo pro malty
Výrobky: 0/2, 0/4, 0/4S
- ČSN EN 13043 v p.z.: Kamenivo pro asfaltové směsi a povrchové vrstvy pozemních komunikací, letištních a jiných dopravních ploch
Výrobky: 0/2, 0/4, 0/4S,
- ČSN EN 13242+A1 v p.z.: Kamenivo pro nestmelené směsi a směsi stmelené hydraulickými pojivy pro inženýrské stavby a pozemní komunikace
Výrobky: 0/2, 0/4, 0/4S, 4/8, 8/16, 16/32, 0/8, 0/22

Použitelnost kameniva je dána výše uvedenými normami, zvláštní podmínky použití výrobků – bez omezení.

Výrobce na základě dále uvedených dokladů:

- Protokolu o certifikaci a certifikátu systému řízení výroby č.: 1392-CPD-250, vydaným dne 1.8.2007 notifikovanou osobou NO 1392 Zkušebna kamene a kameniva s.r.o., Husova 675, 50801 Hořice.
- Protokolů o zkoušce typu (ITT) jednotlivých výrobků - frakcí kameniva vydaných zkušební laboratoří Zkušebna kamene a kameniva s.r.o., Husova 675, 50801 Hořice, IČ 64828042, akreditovanou ČIA č. 1046.

POTVRZUJE

že vlastnosti výrobků splňují požadavky Nařízení vlády č. 190/2002 Sb. v p.z., kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky označované CE, ve znění pozdějších předpisů a jsou vhodné k výše určenému použití. Výrobce přijal opatření, kterými zabezpečuje shodu všech výrobků uváděných na trh s technickou dokumentací, výrobky jsou za podmínek obvyklého, určeného použití bezpečné. Výrobky jsou v souladu s přílohami ZA uvedených technických specifikací.

Informace o příslušných základních vlastnostech výrobku jsou uvedeny v doprovázejících označení CE.

ČESKOMORAVSKÝ ŠTĚRK, a.s.
Mokrá 359, PSČ 664 04
IČ: 25502247, DIČ: CZ25502247
-28-

V Mokré, dne 1.9.2011

Ing. Robert Zelniček
provozní ředitel

BETOTECH, s.r.o., Beroun 660, 266 01 Beroun, tel., fax: +420311644780

Zkušební laboratoř Brno, pracoviště Gajdošova 37, 615 00 Brno

Zkušební laboratoř číslo 1195.3 akreditovaná ČIA, o.p.s.

Objednatel: Českomoravský štěrk a.s., Mokrá 359

Objednávka: 01/867/2010 / 2.1.2010

Provozovna: Tovačov

Frakce: 0/4

Účel zkoušky: KR

Strana 1 / 1

Počet stran příloh: 0

Výtisk číslo: 1/1

Datum odběru: 21.1.15

Datum převzetí: 21.1.15

Datum zkoušky: 22.1.-3.2.15

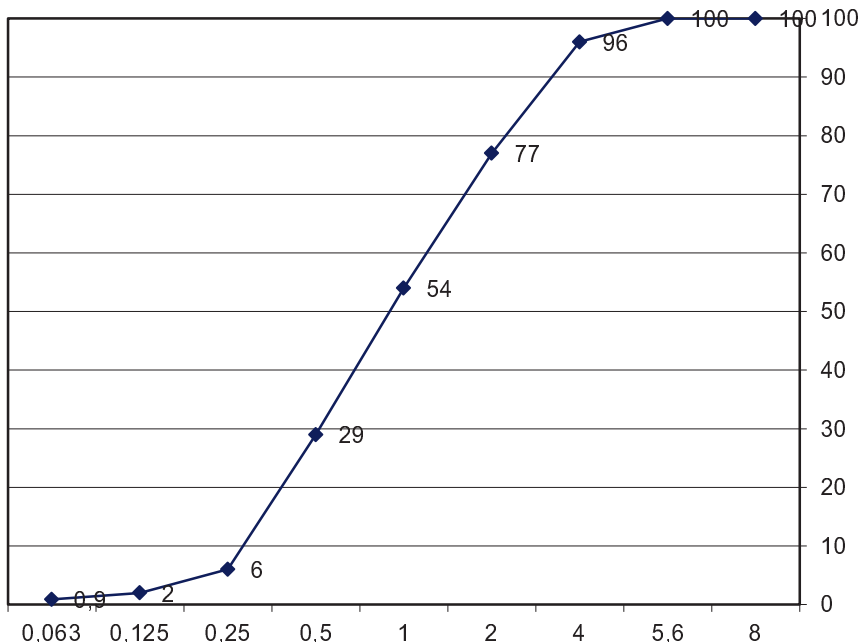
Protokol číslo: 01/128/15

Stanovení zrnitosti kameniva - Sítový rozbor

Identifikace zkušební metody: ČSN EN 933-1

(praní a pros.) Akreditovaný postup: ano

Síto	Jednotka	Zbytek na síte	Propad sítem	Nejist. měření
125	% hm.			
90	% hm.			
63	% hm.			
45	% hm.			
31,5	% hm.			
22,4	% hm.			
16	% hm.			
11,2	% hm.			
8	% hm.	0,0	100	0,5
5,6	% hm.	0,0	100	2,0
4	% hm.	4,1	96	2,2
2,8	% hm.			
2	% hm.	18,9	77	0,9
1,4	% hm.			
1	% hm.	22,5	54	0,7
0,5	% hm.	25,4	29	1,1
0,25	% hm.	23,1	6	0,3
0,125	% hm.	4,2	2	0,1
0,063	% hm.	0,7	0,9	0,04



Vlastnost kameniva	Identifikace metody	Jednotka	Hodnota	Nejist. měření	Akredit. postup
Jemné částice (f)	ČSN EN 933-1	% hm.	0,9	0,04	ano
Tvarový index (SI)	ČSN EN 933-4	% hm.			
Index plochosti (FI)	ČSN EN 933-3	% hm.			
Podíl drcených zrn (C_C)	ČSN EN 933-5	% hm.			
Podíl ostrohranných zrn (C_{TC})	ČSN EN 933-5	% hm.			
Podíl zaoblených zrn (C_R)	ČSN EN 933-5	% hm.			
Podíl obých zrn (C_{TR})	ČSN EN 933-5	% hm.			
Nasákavost (WA_{24})	ČSN EN 1097-6	% hm.	0,8	0,1	ano
Otlukovost (LA)	ČSN EN 1097-2, čl. 5	-			
Přítomnost humusu	ČSN EN 1744-1	-	negativní		ano
Methylenová modř (MB_F)	ČSN EN 933-9	g/kg			
Ekvivalent písku (EP)	ČSN EN 933-8	-			
Lehké znečišťující částice (LPC)	ČSN EN 1744-1	% hm.	0,0	0,0	ano
Stanovení volné slidy	ČSN 72 1180	% hm.	0,0	0,0	ano
Trvanlivost-síran hořečnatý (MS)	ČSN EN 1367-2	% hm.	0,7		ne
Mrazuvzdornost (F)	ČSN EN 1367-1	% hm.			
Hmotnost objemová	ČSN EN 1097-6	Mg/m ³	2,610	0,044	ano
Hmotnost volně sypaná	ČSN EN 1097-3	Mg/m ³	1,520	0,018	ano
Hmotnost setřesená	ČSN EN 1097-3	Mg/m ³			
Mezerovitost volně sypaná	ČSN EN 1097-3	% hm.	42	0,6	ano
Vlhkost (w)	ČSN EN 1097-5	% hm.			

Zrnitostní rozbor kameniva

Velikost otvorů sít	Hodnota
2D	8
1,4D	5,6
D	4
D/1,4	
D/2	
d	
d/2	

Uvedené rozšířené nejistoty měření jsou založeny na standardní nejistotě násobené koeficientem rozšíření $K=2$, což pro normální rozdělení poskytuje hladinu spolehlivosti cca 95 %. Standardní nejistota měření byla určena v souladu s dokumentem EA 4/16. Uvedená nejistota měření nezahrnuje nejist. vzorkování.

Úprava vzorku před zkouškou: vzorek zmenšen kvartací



Poznámka:

Vzorkování provedl: Blížkovský V., vzorkování bylo provedeno jako akreditované

- vzorkování provedeno dle záznamu o odběru č.: 17/15

Zkoušku provedl: Jelínková, Kostelecká

Za protokol odpovídá: RNDr. Václav Blížkovský, TVZL

Výsledky zkoušek se týkají pouze zkoušených vzorků.

Bez písemného souhlasu laboratoře nesmí být tento protokol reprodukován jinak než celý

Protokol byl opatřen elektronickým podpisem. Originál je pouze v elektronické podobě, každý výtisk se považuje za kopii.

RNDr. Václav Blížkovský
2015.02.10 10:37

BETOTECH, s.r.o., Beroun 660, 266 01 Beroun, tel., fax: +420311644780

Zkušební laboratoř Brno, pracoviště Gajdošova 37, 615 00 Brno

Zkušební laboratoř číslo 1195.3 akreditovaná ČIA, o.p.s.

Objednatel: Českomoravský štěrk a.s., Mokrá 359

Objednávka: 01/867/2010 / 2.1.2010

Provozovna: Tovačov

Frakce: 4/8

Účel zkoušky: KR

Strana 1 / 1

Počet stran příloh: 0

Výtisk číslo: 1/1

Datum odběru: 21.1.15

Datum převzetí: 21.1.15

Datum zkoušky: 22.1.-5.2.15

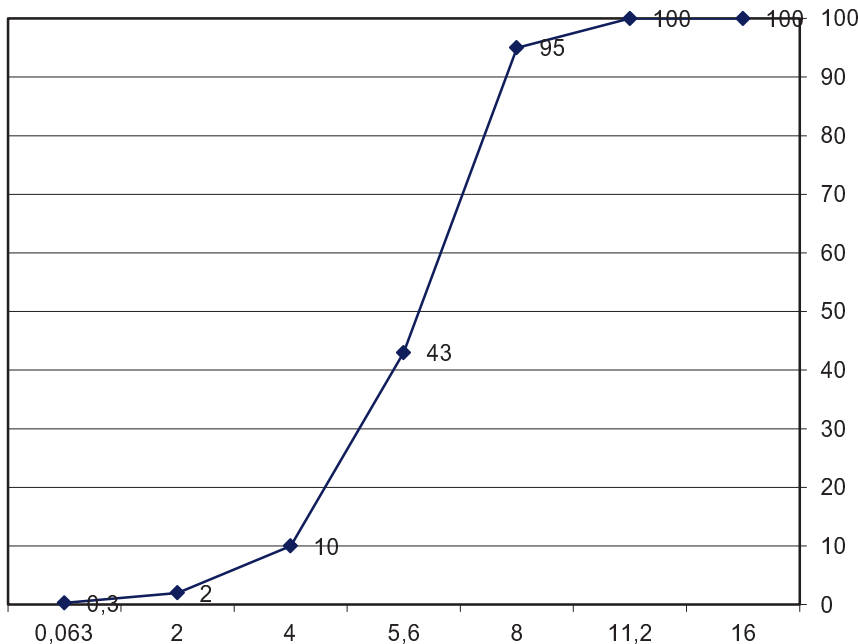
Protokol číslo: 01/130/15

Stanovení zrnitosti kameniva - Sítový rozbor

Identifikace zkušební metody: ČSN EN 933-1

(praní a pros.) Akreditovaný postup: ano

Síto	Jednotka	Zbytek na síti	Propad sítem	Nejist. měření
125	% hm.			
90	% hm.			
63	% hm.			
45	% hm.			
31,5	% hm.			
22,4	% hm.			
16	% hm.	0,0	100	0,8
11,2	% hm.	0,0	100	0,7
8	% hm.	5,2	95	0,5
5,6	% hm.	51,9	43	0,9
4	% hm.	32,8	10	0,2
2,8	% hm.			
2	% hm.	8,4	2	0,1
1,4	% hm.			
1	% hm.			
0,5	% hm.			
0,25	% hm.			
0,125	% hm.			
0,063	% hm.	1,4	0,3	0,1



Vlastnost kameniva	Identifikace metody	Jednotka	Hodnota	Nejist. měření	Akredit. postup
Jemné částice (f)	ČSN EN 933-1	% hm.	0,3	0,1	ano
Tvarový index (SI)	ČSN EN 933-4	% hm.	10	0,1	ano
Index plochosti (FI)	ČSN EN 933-3	% hm.			
Podíl drcených zrn (C_C)	ČSN EN 933-5	% hm.	12	0,2	ano
Podíl ostrohranných zrn (C_{TC})	ČSN EN 933-5	% hm.	1	0,02	ano
Podíl zaoblených zrn (C_R)	ČSN EN 933-5	% hm.	88	1,1	ano
Podíl obýlých zrn (C_{TR})	ČSN EN 933-5	% hm.	22	0,3	ano
Nasákavost (WA_{24})	ČSN EN 1097-6	% hm.	1,4	0,2	ano
Otlukovost (LA)	ČSN EN 1097-2, čl. 5	-	34	1,5	ano
Přítomnost humusu	ČSN EN 1744-1	-			
Methylenová modř (MB_F)	ČSN EN 933-9	g/kg			
Ekvivalent písku (EP)	ČSN EN 933-8	-			
Lehké znečišťující částice (LPC)	ČSN EN 1744-1	% hm.	0,0	0,0	ano
Stanovení volné slidy	ČSN 72 1180	% hm.			
Trvanlivost-síran hořečnatý (MS)	ČSN EN 1367-2	% hm.	0,7		ne
Mrazuvzdornost (F)	ČSN EN 1367-1	% hm.			
Hmotnost objemová	ČSN EN 1097-6	Mg/m ³	2,620	0,045	ano
Hmotnost volně sypaná	ČSN EN 1097-3	Mg/m ³	1,410	0,017	ano
Hmotnost setřesená	ČSN EN 1097-3	Mg/m ³			
Mezerovitost volně sypaná	ČSN EN 1097-3	% hm.	46	0,6	ano
Vlhkost (w)	ČSN EN 1097-5	% hm.			

Zrnitostní rozbor kameniva

Velikost otvorů sít	Hodnota
2D	16
1,4D	11,2
D	8
D/1,4	5,6
D/2	
d	4
d/2	2

Uvedené rozšířené nejistoty měření jsou založeny na standardní nejistotě násobené koeficientem rozšíření $K=2$, což pro normální rozdělení poskytuje hladinu spolehlivosti cca 95 %. Standardní nejistota měření byla určena v souladu s dokumentem EA 4/16. Uvedená nejistota měření nezahrnuje nejist. vzorkování.

Úprava vzorku před zkouškou:
vzorek zmenšen kvartací



Poznámka:

Vzorkování provedl: Blížkovský V., vzorkování bylo provedeno jako akreditované
- vzorkování provedeno dle záznamu o odběru č.: 17/15

Zkoušku provedl: Jelínková, Kostelecká

Za protokol odpovídá: RNDr. Václav Blížkovský, TVZL

Výsledky zkoušek se týkají pouze zkoušených vzorků.

Bez písemného souhlasu laboratoře nesmí být tento protokol reprodukován jinak než celý

Protokol byl opatřen elektronickým podpisem. Originál je pouze v elektronické podobě, každý výtisk se považuje za kopii.

RNDr. Václav Blížkovský
2015.02.10 10:37

Požadavky:

Číslo vzorku :
C 25/30

C 25/30 míchačka 50L

Test #	Požadavky:				místo zkoušky:	č.zkoušky:	2	záměr 40L
Date	označení třída odolnost v4-v12, sole, obrus konzistence S1-S4, K2-kF, scc				Receptura na :		datum:	15.4.15 13:15
Customer	ČMB				40 litrů		laboratorní ověření	
Place	Návrh na 1 m3 třídy :				s mokřým kamenivem		Výsledek na 1000litrů	
Components	Složka betonu	Obj.hm.	Hmotnost	Objem	míchačky:	50	Vypočtená	Skutečná navážka
Label/site	Označení	Lokalita	kg/litr	kg	litry	účinnost	Pojivo	kg na záměr
Cement	Cement	Hranice	3,1	240	77	100%	272 kg 2040 Kč/m3	9,600
Label/ strenght after	pevnost	42,5 I R	MPa					tepl.cementu:
addition	příměr	Dětmárovice	2,3	40	17	80,00%	40	1,600
Microsilica	příměrII		2,2			100,00%		
Aggregates	Kamenivo	kg/litr	kg	litry	proc.složení	6Kč/m3 vlhkost	mokrý kamenivo	
	0/4 Tovačov	0,100						
	4/8 Tovačov	0,100						
	0/8 OCS	3,590	2493	694	100,0%		99,707	99,700
	0/8 stT	0,100						
	8/16	0,100						
Total	celkem	3,59	2493	694	100%	611	tepl. kamen:	20,0 C
Admixture	Přísady	kg/litr	kg	litry	prísada /pojivo		kg	litry
	plast 1	1,07	3,264	3,05	g665	1,20%	0,1306	0,1400
	plast 2	1,00						
	urychl.	1,00						
	air	1,00						
	celkem bez vody a vzduchu		2776	792		114		111,040 31,69
Water	Předpoklad	kg/litr	celkem kg	celk. litrů	Kč/m3	voda na mokřý kamenivo		celkem voda vypočt.
	Voda pitná	1	183	183	0 litrů v kamenivu	2771	7,312	7,310
							teplota vody:	18 C
Air content	Vzduch		25,0	2,5%			3,163	7,5% vzduchu
density counted/ measured	Objem. hmotnost=	2959	2959	1000			2807	118,350 42,17
Mortar content	susp < 2mm kaše	754 litrů LP=3%	64,5%	v/suspenze	0,09 l/kg		susp < 2mm kaše	677 litrů LP=10% v/m=0,09 l/kg
Fine aggregate	< 0,25 mm	489 kg	8,4%	v/<0,25	0,27		< 0,25 mm	341 litrů LP=22%
Bond content	pojivo	370 kg	3,6%	v/< 0,125	0,33		< 0,125 mm	v/<0,25=0,28
Cement	cement	272	v/pojivo	l/kg	0,68		pojivo	351 kg v/<0,125=0,34
w/c+a (evaporati	odparek		voda ve vzorku	kg	navážka		cement	258 v/poj=0,68
Concrete temper. m	Teplota							228 kg v/c=0,77
Concrete temper. co								v/poj odparkem neměřeno
Fresh concrete	Cerstvý beton	odběr	čas	Voda	přísady	v kg	poznámka	míchání sec
Konzistence/ Zeit	zkratka	176	mezi 1-4	13:15	7,310			konzist.(mm)
Slump test/sednutí	S...	176	celé číslo			g665	0,1400	
Flow test/rozlití	R...	176	1					
king/rozlití bez klepání	Rb...	176						
Slump/Flow SCC	Sc...	176						
tibility/stupeň zhutnění	Z...	176						
ng/sednutí s klepáním	Sk...	176						
Funnel test/trychtýř	Tf...	176						
		176						
		176						
		1755	odběr	Výsledný stav	vzduch	hrnec kg	1x7	
Total air conten and density	např.1A-F	1A-C	1	176	7,5%	22,28	2x28	7,5% 2785kg/m3 2x28
	např.2A-F	2D-E	2				2x90	% 0kg/m3 2x90
	např.3A-F		3				2xV5	% 0kg/m3 2xV5
	např.4A-F		4				1xodtrh	% 0kg/m3 1xodtrh
density of cubes	mezi1-4 celé	1	obsah vzduchu do vypočt. OH	hmotnost krychlí v kg:				0až0
Hard concrete	Tvrký beton		označení	pevnost	objem.hm.	šířka1	šířka 2	Hmot.
Compressive strenght after	dnech	upravená doba hodinách						Tlak. síla
			Poznámka:					0 MPa 0kg/m3
Compressive strenght after	dnech	upravená doba hodinách						7,0 dnech
	7							
		průměr	Poznámka:					0 MPa 0kg/m3
Compressive strenght after	dnech	upravená doba hodinách						28,0 dnech
	28							
		průměr	Poznámka:					0 MPa 0kg/m3

BETOTECH, s.r.o., Beroun 660, 266 01 BEROUN
 zkušební laboratoř Ostrava, Místecká 1121, 703 83 Ostrava - Vítkovice
 zkušební laboratoř číslo 1195.2 akreditovaná ČIA podle ČSN EN ISO/IEC 17025 : 2005

Objednatel: Českomoravský beton, a.s.

Strana: 1

Počet stran protokolu: 1

Počet stran příloh: 0

Výtisk číslo: 1

Celkem výtisků: 1

Beroun 660
 266 01 Beroun

Objednávka - smlouva číslo/ze dne: 401/2011 - 3/11

Protokol číslo: 030/00797/15

*Označení: OCS1 - C 25/30

*Výrobce: laboratoř

*Dodací list č.:

*Odběratel: Českomoravský beton, a.s.

*Stavba:

*Konstrukce: kontrolní zkouška

Poznámka: 1

(11) Stanovení konzistence sednutím kužele - ČSN EN 12350 - 2: 50 mm

(13) Stanovení obsahu vzduchu - ČSN EN 12350 - 7: 3,9 %

Teplota betonu: 20,4 °C

Označení vzorku - číslo tělesa	00797-A		
Datum odběru	8.4.2015		
Čas odběru	13:30		
Způsob ošetřování (před dodáním)			
Datum dodání	10.4.2015		
Způsob ošetřování (laboratoř)	vodní uložení		
Stav povrchu zkušební tělesa v době zkoušky	vlhký		
Způsob úpravy zkušební tělesa (laboratoř)	bez úprav		
Stáří (dny)	7		
Datum (popř. čas) zahájení zkoušky	15.4.2015		
Druh tělesa	krychle 150 mm		
(14) Stanovení objemové hmotnosti ztvrdlého betonu - ČSN EN 12390 - 7, mimo čl. 5.5.1 - 5.5.4			
Hmotnost tělesa (kg)	7,485		
Délka (mm)	149,5		
Šířka (mm)	149,4		
Výška (mm)	149,7		
Objem (dm ³)	3,344		
Objemová hmotnost (kg/m ³)	2240		
Průměrná objemová hmotnost (kg/m ³)			
(15) Stanovení pevnosti v tlaku zkušebních těles - ČSN EN 12390 - 3			
Maximální zatížení při porušení (kN)	650,7		
Plocha (mm ²)	22380		
Pevnost v tlaku (N/mm ²)	29,1		
Průměrná pevnost v tlaku (N/mm ²)			
Způsob porušení	vyhovující		
Poznámka:			
Zkoušku (15), (14) provedl ing. Adamus ; zkoušku (11), (13) provedl ing. Adamus			
Místo provedení zkoušky: 11,13,14,15 - laboratoř			
Akreditované zkoušky: 11,13,14,15			

Údaje o vzorkování: akreditované vzorkování č.2 provedl dle ČSN EN 12350 -1 ing. Adamus
 - záznam o odběru lokálního vzorku betonu číslo : 030/00797/15.

Za vystavení protokolu odpovídá: Ing. Václav Tělecký, technický vedoucí laboratoře

Václav Tělecký
 2015.08.27 12:16



Prohlášení: Výsledky se týkají pouze zkoušených vzorků. Protokol o zkoušce sám o sobě neznamená schválení zkoušeného výrobku. Protokol nesmí být reprodukován bez písemného souhlasu zkušební laboratoře jinak, než jako celek.

* Údaje poskytl objednatel.

Protokol byl opatřen elektronickým podpisem. Originál je pouze v elektronické podobě, každý výtisk se považuje za kopii.

BETOTECH, s.r.o., Beroun 660, 266 01 BEROUN

zkušební laboratoř Ostrava, Místecká 1121, 703 83 Ostrava - Vítkovice

zkušební laboratoř číslo 1195.2 akreditovaná ČIA podle ČSN EN ISO/IEC 17025 : 2005

Objednatel: Českomoravský beton, a.s.

Strana: 1

Počet stran protokolu: 1

Počet stran příloh: 0

Výtisk číslo: 1

Celkem výtisků: 1

Beroun 660

266 01 Beroun

Objednávka - smlouva číslo/ze dne: 401/2011 - 3/11

Protokol číslo: 030/00798/15

*Označení: OCS1 - C 25/30

*Výrobce: laboratoř

*Dodací list č.:

*Odběratel: Českomoravský beton, a.s.

*Stavba:

*Konstrukce: kontrolní zkouška

Poznámka: 2;3

(11) Stanovení konzistence sednutím kužele - ČSN EN 12350 - 2: 50 mm

(13) Stanovení obsahu vzduchu - ČSN EN 12350 - 7: 3,9 %

Teplota betonu: 20,4 °C

Označení vzorku - číslo tělesa	00798-A	00798-B	
Datum odběru	8.4.2015	8.4.2015	
Čas odběru	13:30	13:30	
Způsob ošetřování (před dodáním)			
Datum dodání	10.4.2015	10.4.2015	
Způsob ošetřování (laboratoř)	vodní uložení	vodní uložení	
Stav povrchu zkušební tělesa v době zkoušky	vlhký	vlhký	
Způsob úpravy zkušební tělesa (laboratoř)	bez úprav	bez úprav	
Stáří (dny)	28	28	
Datum (popř. čas) zahájení zkoušky	6.5.2015	6.5.2015	
Druh tělesa	krychle 150 mm		

(14) Stanovení objemové hmotnosti ztuhlého betonu - ČSN EN 12390 - 7, mimo čl. 5.5.1 - 5.5.4

Hmotnost tělesa (kg)	7,536	7,459	
Délka (mm)	149,7	149,6	
Šířka (mm)	149,6	149,5	
Výška (mm)	149,9	149,9	
Objem (dm ³)	3,357	3,353	
Objemová hmotnost (kg/m ³)	2240	2220	
Průměrná objemová hmotnost (kg/m ³)	2230		

(15) Stanovení pevnosti v tlaku zkušebních těles - ČSN EN 12390 - 3

Maximální zatížení při porušení (kN)	754,6	750,3	
Plocha (mm ²)	22440	22425	
Pevnost v tlaku (N/mm ²)	33,6	33,5	
Průměrná pevnost v tlaku (N/mm ²)	33,6		
Způsob porušení	vyhovující	vyhovující	

Poznámka:

Zkoušku (15), (14) provedl Jakubková; zkoušku (11), (13) provedl ing. Adamus

Místo provedení zkoušky: 11,13,14,15 - laboratoř

Akreditované zkoušky: 11,13,14,15

Údaje o vzorkování: akreditované vzorkování č.2 provedl dle ČSN EN 12350 - 1 ing. Adamus

- záznam o odběru lokálního vzorku betonu číslo : 030/00798/15.

Za vystavení protokolu odpovídá: Ing. Václav Tělecký, technický vedoucí laboratoře

Václav Tělecký
2015.08.27 12:16



Prohlášení: Výsledky se týkají pouze zkoušených vzorků. Protokol o zkoušce sám o sobě neznamená schválení zkoušeného výrobku. Protokol nesmí být reprodukován bez písemného souhlasu zkušební laboratoře jinak, než jako celek.

* Údaje poskytl objednatel.

Protokol byl opatřen elektronickým podpisem. Originál je pouze v elektronické podobě, každý výtisk se považuje za kopii.

BETOTECH, s.r.o., Beroun 660, 266 01 BEROUN

zkušební laboratoř Ostrava, Místecká 1121, 703 83 Ostrava - Vítkovice

zkušební laboratoř číslo 1195.2 akreditovaná ČIA podle ČSN EN ISO/IEC 17025 : 2005

Objednatel: Českomoravský beton, a.s.

Strana: 1

Beroun 660

Počet stran protokolu: 1

266 01 Beroun

Počet stran příloh: 0

Výtisk číslo: 1

Objednávka - smlouva číslo/ze dne: 401/2011 - 3/11

Celkem výtisků: 1

Protokol číslo: 030/00799/15

*Označení: OCS1 - C 25/30

*Výrobce: laboratoř

*Dodací list č.:

*Odběratel: Českomoravský beton, a.s.

*Stavba:

*Konstrukce: kontrolní zkouška

Poznámka: 4;5

(11) Stanovení konzistence sednutím kužele - ČSN EN 12350 - 2: 50 mm

(13) Stanovení obsahu vzduchu - ČSN EN 12350 - 7: 3,9 %

Teplota betonu: 20,4 °C

Označení vzorku - číslo tělesa	00799-A	00799-B	
Datum odběru	8.4.2015	8.4.2015	
Čas odběru	13:30	13:30	
Způsob ošetřování (před dodáním)			
Datum dodání	10.4.2015	10.4.2015	
Způsob ošetřování (laboratoř)	vodní uložení	vodní uložení	
Stav povrchu zkušební tělesa v době zkoušky	vlhký	vlhký	
Způsob úpravy zkušební tělesa (laboratoř)	bez úprav	bez úprav	
Stáří (dny)	90	90	
Datum (popř. čas) zahájení zkoušky	7.7.2015	7.7.2015	
Druh tělesa	krychle 150 mm		

(14) Stanovení objemové hmotnosti ztuhlého betonu - ČSN EN 12390 - 7, mimo čl.5.5.1 - 5.5.4

Hmotnost tělesa (kg)	7,645	7,631	
Délka (mm)	149,3	149,2	
Šířka (mm)	149,4	149,2	
Výška (mm)	149,8	149,9	
Objem (dm ³)	3,341	3,337	
Objemová hmotnost (kg/m ³)	2290	2290	
Průměrná objemová hmotnost (kg/m ³)		2290	

(15) Stanovení pevnosti v tlaku zkušebních těles - ČSN EN 12390 - 3

Maximální zatížení při porušení (kN)	726,2	728,1	
Plocha (mm ²)	22365	22365	
Pevnost v tlaku (N/mm ²)	32,5	32,6	
Průměrná pevnost v tlaku (N/mm ²)		32,6	
Způsob porušení	vyhovující	vyhovující	

Poznámka:

Zkoušku (15), (14) provedl ing. Adamus ; zkoušku (11), (13) provedl ing. Adamus

Místo provedení zkoušky: 11,13,14,15 - laboratoř

Akreditované zkoušky: 11,13,14,15

Údaje o vzorkování: akreditované vzorkování č.2 provedl dle ČSN EN 12350 - 1 ing. Adamus
- záznam o odběru lokálního vzorku betonu číslo : 030/00799/15.

Za vystavení protokolu odpovídá: Ing. Václav Tělecký, technický vedoucí laboratoře



Václav Tělecký
2015.08.27 12:16



Prohlášení: Výsledky se týkají pouze zkoušených vzorků. Protokol o zkoušce sám o sobě neznamená schválení zkoušeného výrobku. Protokol nesmí být reprodukován bez písemného souhlasu zkušební laboratoře jinak, než jako celek.

* Údaje poskytl objednatel.

Protokol byl opatřen elektronickým podpisem. Originál je pouze v elektronické podobě, každý výtisk se považuje za kopii.

BETOTECH, s.r.o., Beroun 660, 266 01 BEROUN

zkušební laboratoř Ostrava, Místecká 1121, 703 83 Ostrava - Vítkovice

zkušební laboratoř číslo 1195.2 akreditovaná ČIA podle ČSN EN ISO/IEC 17025 : 2005

Objednatel: Českomoravský beton, a.s.

Strana: 1

Beroun 660

Počet stran protokolu: 1

266 01 Beroun

Počet stran příloh: 0

Výtisk číslo: 1

Objednávka - smlouva číslo/ze dne: 401/2011 - 3/11

Celkem výtisků: 1

Protokol číslo: 030/00868/15

*Označení: OCS2 - C 25/30

*Výrobce: laboratoř

*Dodací list č.:

*Odběratel: Českomoravský beton, a.s.

*Stavba:

*Konstrukce: kontrolní zkouška

Poznámka: 1

(11) Stanovení konzistence sednutím kužele - ČSN EN 12350 - 2: 10 mm

(13) Stanovení obsahu vzduchu - ČSN EN 12350 - 7: 7,5 %

Teplota betonu: 20,4 °C

Označení vzorku - číslo tělesa	00868-A		
Datum odběru	15.4.2015		
Čas odběru	13:15		
Způsob ošetřování (před dodáním)			
Datum dodání	16.4.2015		
Způsob ošetřování (laboratoř)	vodní uložení		
Stav povrchu zkušební tělesa v době zkoušky	vlhký		
Způsob úpravy zkušební tělesa (laboratoř)	bez úprav		
Stáří (dny)	7		
Datum (popř. čas) zahájení zkoušky	22.4.2015		
Druh tělesa	krychle 150 mm		

(14) Stanovení objemové hmotnosti ztvrdlého betonu - ČSN EN 12390 - 7, mimo čl.5.5.1 - 5.5.4

Hmotnost tělesa (kg)	9,630		
Délka (mm)	149,4		
Šířka (mm)	149,3		
Výška (mm)	149,8		
Objem (dm ³)	3,341		
Objemová hmotnost (kg/m ³)	2880		
Průměrná objemová hmotnost (kg/m ³)			

(15) Stanovení pevnosti v tlaku zkušebních těles - ČSN EN 12390 - 3

Maximální zatížení při porušení (kN)	455,0		
Plocha (mm ²)	22380		
Pevnost v tlaku (N/mm ²)	20,3		
Průměrná pevnost v tlaku (N/mm ²)			
Způsob porušení	vyhovující		

Poznámka:

Zkoušku (15), (14) provedl ing. Adamus ; zkoušku (11), (13) provedl ing. Adamus

Místo provedení zkoušky: 11,13,14,15 - laboratoř

Akreditované zkoušky: 11,13,14,15

Údaje o vzorkování: akreditované vzorkování č.2 provedl dle ČSN EN 12350 -1 ing.Adamus
- záznam o odběru lokálního vzorku betonu číslo : 030/00868/15.

Za vystavení protokolu odpovídá: Ing. Václav Tělecký, technický vedoucí laboratoře

Václav Tělecký
2015.08.27 12:16



Prohlášení: Výsledky se týkají pouze zkoušených vzorků. Protokol o zkoušce sám o sobě neznamená schválení zkoušeného výrobku. Protokol nesmí být reprodukován bez písemného souhlasu zkušební laboratoře jinak, než jako celek.

* Údaje poskytl objednatel.

Protokol byl opatřen elektronickým podpisem. Originál je pouze v elektronické podobě, každý výtisk se považuje za kopii.

BETOTECH, s.r.o., Beroun 660, 266 01 BEROUN

zkušební laboratoř Ostrava, Místecká 1121, 703 83 Ostrava - Vítkovice

zkušební laboratoř číslo 1195.2 akreditovaná ČIA podle ČSN EN ISO/IEC 17025 : 2005

Objednatel: Českomoravský beton, a.s.

Strana: 1

Beroun 660

Počet stran protokolu: 1

266 01 Beroun

Počet stran příloh: 0

Výtisk číslo: 1

Objednávka - smlouva číslo/ze dne: 401/2011 - 3/11

Celkem výtisků: 1

Protokol číslo: 030/00869/15

*Označení: OCS2 - C 25/30

*Výrobce: laboratoř

*Dodací list č.:

*Odběratel: Českomoravský beton, a.s.

*Stavba:

*Konstrukce: kontrolní zkouška

Poznámka: 2;3

(11) Stanovení konzistence sednutím kužele - ČSN EN 12350 - 2: 10 mm

(13) Stanovení obsahu vzduchu - ČSN EN 12350 - 7: 7,5 %

Teplota betonu: 20,4 °C

Označení vzorku - číslo tělesa	00869-A	00869-B	
Datum odběru	15.4.2015	15.4.2015	
Čas odběru	13:15	13:15	
Způsob ošetřování (před dodáním)			
Datum dodání	16.4.2015	16.4.2015	
Způsob ošetřování (laboratoř)	vodní uložení	vodní uložení	
Stav povrchu zkušební tělesa v době zkoušky	vlhký	vlhký	
Způsob úpravy zkušební tělesa (laboratoř)	bez úprav	bez úprav	
Stáří (dny)	28	28	
Datum (popř. čas) zahájení zkoušky	13.5.2015	13.5.2015	
Druh tělesa	krychle 150 mm		

(14) Stanovení objemové hmotnosti ztvrdlého betonu - ČSN EN 12390 - 7, mimo čl.5.5.1 - 5.5.4

Hmotnost tělesa (kg)	9,649	9,669	
Délka (mm)	150,3	150,4	
Šířka (mm)	150,3	150,3	
Výška (mm)	150,0	150,0	
Objem (dm ³)	3,389	3,391	
Objemová hmotnost (kg/m ³)	2850	2850	
Průměrná objemová hmotnost (kg/m ³)	2850		

(15) Stanovení pevnosti v tlaku zkušebních těles - ČSN EN 12390 - 3

Maximální zatížení při porušení (kN)	573,2	551,4	
Plocha (mm ²)	22545	22560	
Pevnost v tlaku (N/mm ²)	25,4	24,4	
Průměrná pevnost v tlaku (N/mm ²)	24,9		
Způsob porušení	vyhovující	vyhovující	

Poznámka:

Zkoušku (15), (14) provedl Jakubková; zkoušku (11), (13) provedl ing. Adamus

Místo provedení zkoušky: 11,13,14,15 - laboratoř

Akreditované zkoušky: 11,13,14,15

Údaje o vzorkování: akreditované vzorkování č.2 provedl dle ČSN EN 12350 - 1 ing. Adamus

- záznam o odběru lokálního vzorku betonu číslo : 030/00869/15.

Za vystavení protokolu odpovídá: Ing. Václav Tělecký, technický vedoucí laboratoře



Václav Tělecký
2015.08.27 12:16



Prohlášení: Výsledky se týkají pouze zkoušených vzorků. Protokol o zkoušce sám o sobě neznamená schválení zkoušeného výrobku. Protokol nesmí být reprodukován bez písemného souhlasu zkušební laboratoře jinak, než jako celek.

* Údaje poskytl objednatel.

Protokol byl opatřen elektronickým podpisem. Originál je pouze v elektronické podobě, každý výtisk se považuje za kopii.

BETOTECH, s.r.o., Beroun 660, 266 01 BEROUN

zkušební laboratoř Ostrava, Místecká 1121, 703 83 Ostrava - Vítkovice

zkušební laboratoř číslo 1195.2 akreditovaná ČIA podle ČSN EN ISO/IEC 17025 : 2005

Objednatel: Českomoravský beton, a.s.

Strana: 1

Beroun 660

Počet stran protokolu: 1

266 01 Beroun

Počet stran příloh: 0

Výtisk číslo: 1

Objednávka - smlouva číslo/ze dne: 401/2011 - 3/11

Celkem výtisků: 1

Protokol číslo: 030/00870/15

*Označení: OCS2 - C 25/30

*Výrobce: laboratoř

*Dodací list č.:

*Odběratel: Českomoravský beton, a.s.

*Stavba:

*Konstrukce: kontrolní zkouška

Poznámka: 4

(11) Stanovení konzistence sednutím kužele - ČSN EN 12350 - 2: 10 mm

(13) Stanovení obsahu vzduchu - ČSN EN 12350 - 7: 7,5 %

Teplota betonu: 20,4 °C

Označení vzorku - číslo tělesa	00870-A		
Datum odběru	15.4.2015		
Čas odběru	13:15		
Způsob ošetřování (před dodáním)			
Datum dodání	16.4.2015		
Způsob ošetřování (laboratoř)	vodní uložení		
Stav povrchu zkušební tělesa v době zkoušky	vlhký		
Způsob úpravy zkušební tělesa (laboratoř)	bez úprav		
Stáří (dny)	90		
Datum (popř. čas) zahájení zkoušky	14.7.2015		
Druh tělesa	krychle 150 mm		
(14) Stanovení objemové hmotnosti ztvrdlého betonu - ČSN EN 12390 - 7, mimo čl.5.5.1 - 5.5.4			
Hmotnost tělesa (kg)	9,666		
Délka (mm)	150,4		
Šířka (mm)	150,3		
Výška (mm)	151,5		
Objem (dm ³)	3,425		
Objemová hmotnost (kg/m ³)	2820		
Průměrná objemová hmotnost (kg/m ³)			
(15) Stanovení pevnosti v tlaku zkušebních těles - ČSN EN 12390 - 3			
Maximální zatížení při porušení (kN)	711,2		
Plocha (mm ²)	22786		
Pevnost v tlaku (N/mm ²)	31,2		
Průměrná pevnost v tlaku (N/mm ²)			
Způsob porušení	vyhovující		
Poznámka:			
Zkoušku (15), (14) provedl Jakubková ; zkoušku (11), (13) provedl ing. Adamus			
Místo provedení zkoušky: 11,13,14,15 - laboratoř			
Akreditované zkoušky: 11,13,14,15			

Údaje o vzorkování: akreditované vzorkování č.2 provedl dle ČSN EN 12350 -1 ing. Adamus
- záznam o odběru lokálního vzorku betonu číslo : 030/00870/15.

Za vystavení protokolu odpovídá: Ing. Václav Tělecký, technický vedoucí laboratoře

Václav Tělecký
2015.08.27 12:16



Prohlášení: Výsledky se týkají pouze zkoušených vzorků. Protokol o zkoušce sám o sobě neznamená schválení zkoušeného výrobku. Protokol nesmí být reprodukován bez písemného souhlasu zkušební laboratoře jinak, než jako celek.

* Údaje poskytl objednatel.

Protokol byl opatřen elektronickým podpisem. Originál je pouze v elektronické podobě, každý výtisk se považuje za kopii.

BETOTECH, s.r.o., Beroun 660, 266 01 BEROUN

zkušební laboratoř Ostrava, Místecká 1121, 703 83 Ostrava - Vítkovice

zkušební laboratoř číslo 1195.2 akreditovaná ČIA podle ČSN EN ISO/IEC 17025 : 2005

Objednatel: Českomoravský beton, a.s.

Strana: 1

Beroun 660

Počet stran protokolu: 1

266 01 Beroun

Počet stran příloh: 0

Výtisk číslo: 1

Objednávka - smlouva číslo/ze dne: 401/2011 - 3/11

Celkem výtisků: 1

Protokol číslo: 030/00872/15

*Označení: OCS3 - C 25/30

*Výrobce: laboratoř

*Dodací list č.:

*Odběratel: Českomoravský beton, a.s.

*Stavba:

*Konstrukce: kontrolní zkouška

Poznámka: 1

(11) Stanovení konzistence sednutím kužele - ČSN EN 12350 - 2: 30 mm

(13) Stanovení obsahu vzduchu - ČSN EN 12350 - 7: 4,8 %

Teplota betonu: 20,8 °C

Označení vzorku - číslo tělesa	00872-A		
Datum odběru	15.4.2015		
Čas odběru	14:10		
Způsob ošetřování (před dodáním)			
Datum dodání	16.4.2015		
Způsob ošetřování (laboratoř)	vodní uložení		
Stav povrchu zkušebního tělesa v době zkoušky	vlhký		
Způsob úpravy zkušebního tělesa (laboratoř)	bez úprav		
Stáří (dny)	7		
Datum (popř. čas) zahájení zkoušky	22.4.2015		
Druh tělesa	krychle 150 mm		
(14)Stanovení objemové hmotnosti ztvrdlého betonu - ČSN EN 12390 - 7, mimo čl.5.5.1 - 5.5.4			
Hmotnost tělesa (kg)	8,890		
Délka (mm)	149,5		
Šířka (mm)	149,4		
Výška (mm)	149,9		
Objem (dm ³)	3,348		
Objemová hmotnost (kg/m ³)	2660		
Průměrná objemová hmotnost (kg/m ³)			
(15)Stanovení pevnosti v tlaku zkušebních těles - ČSN EN 12390 - 3			
Maximální zatížení při porušení (kN)	282,9		
Plocha (mm ²)	22410		
Pevnost v tlaku (N/mm ²)	12,6		
Průměrná pevnost v tlaku (N/mm ²)			
Způsob porušení	vyhovující		
Poznámka:			
Zkoušku (15), (14) provedl ing. Adamus ; zkoušku (11), (13) provedl ing. Adamus			
Místo provedení zkoušky: 11,13,14,15 - laboratoř			
Akreditované zkoušky: 11,13,14,15			

Údaje o vzorkování: akreditované vzorkování č.2 provedl dle ČSN EN 12350 -1 ing.Adamus
- záznam o odběru lokálního vzorku betonu číslo : 030/00872/15.

Za vystavení protokolu odpovídá: Ing. Václav Tělecký, technický vedoucí laboratoře



Václav Tělecký
2015.08.27 12:16



Prohlášení: Výsledky se týkají pouze zkoušených vzorků. Protokol o zkoušce sám o sobě neznamená schválení zkoušeného výrobku. Protokol nesmí být reprodukován bez písemného souhlasu zkušební laboratoře jinak, než jako celek.

* Údaje poskytl objednatel.

Protokol byl opatřen elektronickým podpisem. Originál je pouze v elektronické podobě, každý výtisk se považuje za kopii.

BETOTECH, s.r.o., Beroun 660, 266 01 BEROUN

zkušební laboratoř Ostrava, Místecká 1121, 703 83 Ostrava - Vítkovice

zkušební laboratoř číslo 1195.2 akreditovaná ČIA podle ČSN EN ISO/IEC 17025 : 2005

Objednatel: Českomoravský beton, a.s.

Strana: 1

Beroun 660

Počet stran protokolu: 1

266 01 Beroun

Počet stran příloh: 0

Výtisk číslo: 1

Objednávka - smlouva číslo/ze dne: 401/2011 - 3/11

Celkem výtisků: 1

Protokol číslo: 030/00873/15

*Označení: OCS3 - C 25/30

*Výrobce: laboratoř

*Dodací list č.:

*Odběratel: Českomoravský beton, a.s.

*Stavba:

*Konstrukce: kontrolní zkouška

Poznámka: 2;3

(11) Stanovení konzistence sednutím kužele - ČSN EN 12350 - 2: 30 mm

(13) Stanovení obsahu vzduchu - ČSN EN 12350 - 7: 4,8 %

Teplota betonu: 20,8 °C

Označení vzorku - číslo tělesa	00873-A	00873-B	
Datum odběru	15.4.2015	15.4.2015	
Čas odběru	14:10	14:10	
Způsob ošetřování (před dodáním)			
Datum dodání	16.4.2015	16.4.2015	
Způsob ošetřování (laboratoř)	vodní uložení	vodní uložení	
Stav povrchu zkušební tělesa v době zkoušky	vlhký	vlhký	
Způsob úpravy zkušební tělesa (laboratoř)	bez úprav	bez úprav	
Stáří (dny)	28	28	
Datum (popř. čas) zahájení zkoušky	13.5.2015	13.5.2015	
Druh tělesa	krychle 150 mm		

(14) Stanovení objemové hmotnosti ztvrdlého betonu - ČSN EN 12390 - 7, mimo čl.5.5.1 - 5.5.4

Hmotnost tělesa (kg)	8,935	9,023	
Délka (mm)	150,2	150,4	
Šířka (mm)	150,2	150,2	
Výška (mm)	150,8	151,4	
Objem (dm ³)	3,402	3,420	
Objemová hmotnost (kg/m ³)	2630	2640	
Průměrná objemová hmotnost (kg/m ³)	2640		

(15) Stanovení pevnosti v tlaku zkušebních těles - ČSN EN 12390 - 3

Maximální zatížení při porušení (kN)	427,5	414,9	
Plocha (mm ²)	22650	22771	
Pevnost v tlaku (N/mm ²)	18,9	18,2	
Průměrná pevnost v tlaku (N/mm ²)	18,6		
Způsob porušení	vyhovující	vyhovující	

Poznámka:

Zkoušku (15), (14) provedl Jakubková; zkoušku (11), (13) provedl ing. Adamus

Místo provedení zkoušky: 11,13,14,15 - laboratoř

Akreditované zkoušky: 11,13,14,15

Údaje o vzorkování: akreditované vzorkování č.2 provedl dle ČSN EN 12350 - 1 ing. Adamus
- záznam o odběru lokálního vzorku betonu číslo : 030/00873/15.

Za vystavení protokolu odpovídá: Ing. Václav Tělecký, technický vedoucí laboratoře

Václav Tělecký
2015.08.27 12:16



Prohlášení: Výsledky se týkají pouze zkoušených vzorků. Protokol o zkoušce sám o sobě neznamená schválení zkoušeného výrobku. Protokol nesmí být reprodukován bez písemného souhlasu zkušební laboratoře jinak, než jako celek.

* Údaje poskytl objednatel.

Protokol byl opatřen elektronickým podpisem. Originál je pouze v elektronické podobě, každý výtisk se považuje za kopii.

BETOTECH, s.r.o., Beroun 660, 266 01 BEROUN

zkušební laboratoř Ostrava, Místecká 1121, 703 83 Ostrava - Vítkovice

zkušební laboratoř číslo 1195.2 akreditovaná ČIA podle ČSN EN ISO/IEC 17025 : 2005

Objednatel: Českomoravský beton, a.s.

Strana: 1

Počet stran protokolu: 1

Počet stran příloh: 0

Výtisk číslo: 1

Celkem výtisků: 1

Beroun 660

266 01 Beroun

Objednávka - smlouva číslo/ze dne: 401/2011 - 3/11

Protokol číslo: 030/00874/15

*Označení: OCS3 - C 25/30

*Výrobce: laboratoř

*Dodací list č.:

*Odběratel: Českomoravský beton, a.s.

*Stavba:

*Konstrukce: kontrolní zkouška

Poznámka: 4

(11) Stanovení konzistence sednutím kužele - ČSN EN 12350 - 2: 30 mm

(13) Stanovení obsahu vzduchu - ČSN EN 12350 - 7: 4,8 %

Teplota betonu: 20,8 °C

Označení vzorku - číslo tělesa	00874-A		
Datum odběru	15.4.2015		
Čas odběru	14:10		
Způsob ošetřování (před dodáním)			
Datum dodání	16.4.2015		
Způsob ošetřování (laboratoř)	vodní uložení		
Stav povrchu zkušební tělesa v době zkoušky	vlhký		
Způsob úpravy zkušební tělesa (laboratoř)	bez úprav		
Stáří (dny)	90		
Datum (popř. čas) zahájení zkoušky	14.7.2015		
Druh tělesa	krychle 150 mm		
(14) Stanovení objemové hmotnosti ztvrdlého betonu - ČSN EN 12390 - 7, mimo čl.5.5.1 - 5.5.4			
Hmotnost tělesa (kg)	8,951		
Délka (mm)	150,3		
Šířka (mm)	150,3		
Výška (mm)	150,9		
Objem (dm ³)	3,409		
Objemová hmotnost (kg/m ³)	2630		
Průměrná objemová hmotnost (kg/m ³)			
(15) Stanovení pevnosti v tlaku zkušebních těles - ČSN EN 12390 - 3			
Maximální zatížení při porušení (kN)	548,3		
Plocha (mm ²)	22680		
Pevnost v tlaku (N/mm ²)	24,2		
Průměrná pevnost v tlaku (N/mm ²)			
Způsob porušení	vyhovující		
Poznámka:			
Zkoušku (15), (14) provedl Jakubková ; zkoušku (11), (13) provedl ing. Adamus			
Místo provedení zkoušky: 11,13,14,15 - laboratoř			
Akreditované zkoušky: 11,13,14,15			

Údaje o vzorkování: akreditované vzorkování č.2 provedl dle ČSN EN 12350 - 1 Ing. Adamus
- záznam o odběru lokálního vzorku betonu číslo : 030/00874/15.

Za vystavení protokolu odpovídá: Ing. Václav Tělecký, technický vedoucí laboratoře



Václav Tělecký
2015.08.27 12:16



Prohlášení: Výsledky se týkají pouze zkoušených vzorků. Protokol o zkoušce sám o sobě neznamená schválení zkoušeného výrobku. Protokol nesmí být reprodukován bez písemného souhlasu zkušební laboratoře jinak, než jako celek.

* Údaje poskytl objednatel.

Protokol byl opatřen elektronickým podpisem. Originál je pouze v elektronické podobě, každý výtisk se považuje za kopii.

BETOTECH, s.r.o., Beroun 660, 266 01 BEROUN

zkušební laboratoř Ostrava, Místecká 1121, 703 83 Ostrava - Vítkovice

zkušební laboratoř číslo 1195.2 akreditovaná ČIA podle ČSN EN ISO/IEC 17025 : 2005

Objednatel: Českomoravský beton, a.s.

Strana: 1

Beroun 660

Počet stran protokolu: 1

266 01 Beroun

Počet stran příloh: 0

Výtisk číslo: 1

Objednávka - smlouva číslo/ze dne: 401/2011 - 3/11

Celkem výtisků: 1

Protokol číslo: 030/00800/15

*Označení: OSC1 - C 25/30

*Výrobce: laboratoř

*Dodací list č.:

*Odběratel: Českomoravský beton, a.s.

*Stavba:

*Konstrukce: kontrolní zkouška

Poznámka: 6;7

(11) Stanovení konzistence sednutím kužele - ČSN EN 12350 - 2: 50 mm

(13) Stanovení obsahu vzduchu - ČSN EN 12350 - 7: 3,9 %

Teplota betonu: 20,4 °C

Označení vzorku - číslo tělesa	00800-A	00800-B	
Datum odběru	8.4.2015	8.4.2015	
Čas odběru	13:30	13:30	
Způsob ošetřování (před dodáním)			
Datum dodání	10.4.2015	10.4.2015	
Způsob ošetřování (laboratoř)	vodní uložení	vodní uložení	
Stav povrchu zkušebního tělesa v době zkoušky	vlhký	vlhký	
Způsob úpravy zkušebního tělesa (laboratoř)	bez úprav	bez úprav	
Stáří (dny)	33	33	
Datum (popř. čas) zahájení zkoušky	11.5.2015	11.5.2015	
Druh tělesa	krychle 150 mm		

(14) Stanovení objemové hmotnosti ztvrdlého betonu - ČSN EN 12390 - 7, mimo čl. 5.5.1 - 5.5.4

Hmotnost tělesa (kg)	7,633	7,369	
Délka (mm)	149,9	149,7	
Šířka (mm)	149,8	149,4	
Výška (mm)	151,1	148,3	
Objem (dm ³)	3,393	3,317	
Objemová hmotnost (kg/m ³)	2250	2220	
Průměrná objemová hmotnost (kg/m ³)	2240		

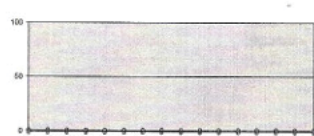
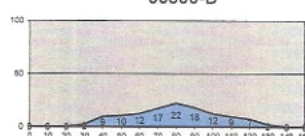
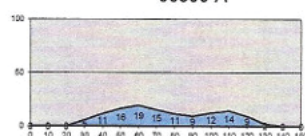
(17) Stanovení hloubky průsaku tlakovou vodou - ČSN EN 12390 - 8

Maximální průsak (mm)	19	22	
Průměr z maximálních průsaků (mm)		21	
Maximální průsak (mm)		22	
Maximální přípustný průsak (mm)		-	

00800-A

00800-B

Grafické znázornění průsaku (mm)



Poznámka: Směr působení vodního tlaku: na plochu protilehlou hlazené ploše zkuš. tělesa. Zahájení zkoušky 11.5.2015 8:15, ukončení 14.5.2015 8:30.

Zkoušku (17), (14) provedl Jakubková; zkoušku (11), (13) provedl Ing. Adamus

Místo provedení zkoušky: 11,13,14,17 - laboratoř

Akreditované zkoušky: 11,13,14,17

Údaje o vzorkování: akreditované vzorkování č.2 provedl dle ČSN EN 12350 -1 Ing. Adamus

- záznam o odběru lokálního vzorku betonu číslo : 030/00800/15.



Václav Tělecký
2015.08.27 12:16

Za vystavení protokolu odpovídá: Ing. Václav Tělecký, technický vedoucí laboratoře



Prohlášení: Výsledky se týkají pouze zkoušených vzorků. Protokol o zkoušce sám o sobě neznamená schválení zkoušeného výrobku. Protokol nesmí být reprodukován bez písemného souhlasu zkušební laboratoře jinak, než jako celek.

*Údaje poskytl objednatel.

Protokol byl opatřen elektronickým podpisem. Originál je pouze v elektronické podobě, každý výtisk se považuje za kopii.

BETOTECH, s.r.o., Beroun 660, 266 01 BEROUN

zkušební laboratoř Ostrava, Místecká 1121, 703 83 Ostrava - Vítkovice

zkušební laboratoř číslo 1195.2 akreditovaná ČIA podle ČSN EN ISO/IEC 17025 : 2005

Objednatel: Českomoravský beton, a.s.

Strana: 1

Beroun 660

Počet stran protokolu: 1

266 01 Beroun

Počet stran příloh: 0

Výtisk číslo: 1

Objednávka - smlouva číslo/ze dne: 401/2011 - 3/11

Celkem výtisků: 1

Protokol číslo: 030/00871/15

*Označení: OSC2 - C 25/30

*Výrobce: laboratoř

*Dodací list č.:

*Odběratel: Českomoravský beton, a.s.

*Stavba:

*Konstrukce: kontrolní zkouška

Poznámka: 6

(11) Stanovení konzistence sednutím kužele - ČSN EN 12350 - 2: 10 mm

(13) Stanovení obsahu vzduchu - ČSN EN 12350 - 7: 7,5 %

Teplota betonu: 20,4 °C

Označení vzorku - číslo tělesa	00871-A		
Datum odběru	15.4.2015		
Čas odběru	13:15		
Způsob ošetřování (před dodáním)			
Datum dodání	16.4.2015		
Způsob ošetřování (laboratoř)	vodní uložení		
Stav povrchu zkušební tělesa v době zkoušky	vlhký		
Způsob úpravy zkušební tělesa (laboratoř)	bez úprav		
Stáří (dny)	30		
Datum (popř. čas) zahájení zkoušky	15.5.2015		
Druh tělesa	krychle 150 mm		

(14) Stanovení objemové hmotnosti ztvrdlého betonu - ČSN EN 12390 - 7, mimo čl. 5.5.1 - 5.5.4

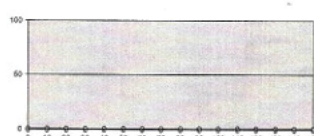
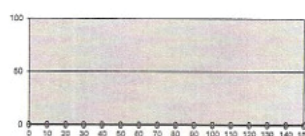
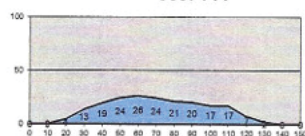
Hmotnost tělesa (kg)	9,639		
Délka (mm)	150,4		
Šířka (mm)	150,2		
Výška (mm)	150,6		
Objem (dm ³)	3,402		
Objemová hmotnost (kg/m ³)	2830		
Průměrná objemová hmotnost (kg/m ³)			

(17) Stanovení hloubky průsaku tlakovou vodou - ČSN EN 12390 - 8

Maximální průsak (mm)	26		
Průměr z maximálních průsaků (mm)			
Maximální průsak (mm)			
Maximální přípustný průsak (mm)	-		

00871-A

Grafické znázornění průsaku (mm)



Poznámka: Směr působení vodního tlaku: na plochu protilehlou hlazené ploše zkuš. tělesa. Zahájení zkoušky 15.5.2015 8:45, ukončení 18.5.2015 8:50.

Zkoušku (17), (14) provedl Jakubková; zkoušku (11), (13) provedl ing. Adamus

Místo provedení zkoušky: 11,13,14,17 - laboratoř

Akreditované zkoušky: 11,13,14,17

Údaje o vzorkování: akreditované vzorkování č.2 provedl dle ČSN EN 12350 -1 ing. Adamus

- záznam o odběru lokálního vzorku betonu číslo : 030/00871/15.



Václav Tělecký
2015.08.27 12:16

Za vystavení protokolu odpovídá: Ing. Václav Tělecký, technický vedoucí laboratoře



Prohlášení: Výsledky se týkají pouze zkoušených vzorků. Protokol o zkoušce sám o sobě neznamená schválení zkoušeného výrobku. Protokol nesmí být reprodukován bez písemného souhlasu zkušební laboratoře jinak, než jako celek.

*Údaje poskytl objednatel.

Protokol byl opatřen elektronickým podpisem. Originál je pouze v elektronické podobě, každý výtisk se považuje za kopii.

BETOTECH, s.r.o., Beroun 660, 266 01 BEROUN

zkušební laboratoř Ostrava, Místecká 1121, 703 83 Ostrava - Vítkovice

zkušební laboratoř číslo 1195.2 akreditovaná ČIA podle ČSN EN ISO/IEC 17025 : 2005

Objednatel: Českomoravský beton, a.s.

Strana: 1

Počet stran protokolu: 1

Počet stran příloh: 0

Výtisk číslo: 1

Celkem výtisků: 1

Beroun 660

266 01 Beroun

Objednávka - smlouva číslo/ze dne: 401/2011 - 3/11

Protokol číslo: 030/00875/15

*Označení: OSC3 - C 25/30

*Výrobce: laboratoř

*Dodací list č.:

*Odběratel: Českomoravský beton, a.s.

*Stavba:

*Konstrukce: kontrolní zkouška

Poznámka: 6

(11) Stanovení konzistence sednutím kužele - ČSN EN 12350 - 2: 30 mm

(13) Stanovení obsahu vzduchu - ČSN EN 12350 - 7: 4,8 %

Teplota betonu: 20,8 °C

Označení vzorku - číslo tělesa	00875-A		
Datum odběru	15.4.2015		
Čas odběru	14:10		
Způsob ošetřování (před dodáním)			
Datum dodání	16.4.2015		
Způsob ošetřování (laboratoř)	vodní uložení		
Stav povrchu zkušební tělesa v době zkoušky	vlhký		
Způsob úpravy zkušební tělesa (laboratoř)	bez úprav		
Stáří (dny)	30		
Datum (popř. čas) zahájení zkoušky	15.5.2015		
Druh tělesa	krychle 150 mm		

(14) Stanovení objemové hmotnosti ztvrdlého betonu - ČSN EN 12390 - 7, mimo čl. 5.5.1 - 5.5.4

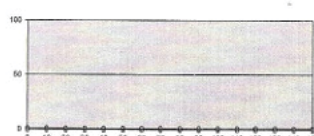
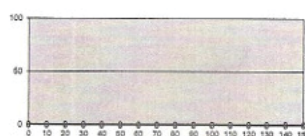
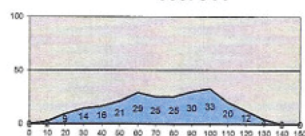
Hmotnost tělesa (kg)	8,911		
Délka (mm)	150,3		
Šířka (mm)	150,3		
Výška (mm)	150,5		
Objem (dm ³)	3,400		
Objemová hmotnost (kg/m ³)	2620		
Průměrná objemová hmotnost (kg/m ³)			

(17) Stanovení hloubky průsaku tlakovou vodou - ČSN EN 12390 - 8

Maximální průsak (mm)	33		
Průměr z maximálních průsaků (mm)			
Maximální průsak (mm)			
Maximální přípustný průsak (mm)	-		

00875-A

Grafické znázornění průsaku (mm)



Poznámka: Směr působení vodního tlaku: na plochu protilehlou hlazené ploše zkuš. tělesa. Zahájení zkoušky 15.5.2015 8:50, ukončení 18.5.2015 8:55.

Zkoušku (17), (14) provedl Jakubková; zkoušku (11), (13) provedl ing. Adamus

Místo provedení zkoušky: 11,13,14,17 - laboratoř

Akreditované zkoušky: 11,13,14,17

Údaje o vzorkování: akreditované vzorkování č.2 provedl dle ČSN EN 12350 -1 ing. Adamus

- záznam o odběru lokálního vzorku betonu číslo : 030/00875/15

Václav Tělecký
2015.08.27 12:16

Za vystavení protokolu odpovídá: Ing. Václav Tělecký, technický vedoucí laboratoře



Prohlášení: Výsledky se týkají pouze zkoušených vzorků. Protokol o zkoušce sám o sobě neznamená schválení zkoušeného výrobku. Protokol nesmí být reprodukován bez písemného souhlasu zkušební laboratoře jinak, než jako celek.

*Údaje poskytl objednatel.

Protokol byl opatřen elektronickým podpisem. Originál je pouze v elektronické podobě, každý výtisk se považuje za kopii.